28. L. 94.

Die

Raumvorstellung

aus dem Gesichtssinne.

Ein Beitrag

zur

Theorie des Sinnenlebens,

von

Dr. Richard Hasenclever,
pract. Arzte zu Berlin.

„Der ächte Schüler lernt aus dem Bekannten das Unbekannte entwickeln und nähert sich dem Meister."

Goethe.

Berlin.
Bei Ferdinand Dümmler.
1842.

28694

Πρῶτον μὲν οὖν δεῖ κατανοῆσαι ὅτι οὐκ ἂν ἐζητεῖτο ὁ τόπος, εἰ μὴ κίνησίς τις ἦν ἡ κατὰ τόπον.
Aristot. Phys. IV, 4.

BOSTON MEDICAL
JAN 28 1919
LIBRARY

Vorwort.

Es ist nicht der Zweck dieser Blätter, neue Hypothesen aufzustellen, sondern zu zeigen, wie weit man auf dem dunkeln Gebiete, welches hier betreten wird, dieselben entbehren könne.

Die Annahme, dass Schwingung des Aethers Licht sei, ist eine Hypothese, welche mit den Erscheinungen im besten Einklange steht, welcher bis jetzt wenigstens keine bekannte Thatsache widerspricht. So lange dies nicht geschieht, wird kein Naturforscher sie umgehen können. Es ist jedoch keine Hypothese, dass dem Lichte Bewegung zukomme, dass diese, wie jede andere, eine Zeit habe, dass sie die Netzhaut des Auges, sobald sie mit derselben zusammentrifft, in Reizungszustand versetze und für das Bewusstsein Lichtempfindung bedinge.

Wenn nun die Raumvorstellung sich jeder Lichtempfindung verbindet, so geht daraus noch nicht hervor, dass die Perception des Räumlichen

durch den Sinnesnerven an und für sich zu Stande komme. Es müsste dieser Sinnesnerv alsdann ausser seiner besondern Energie — die in dem einen Licht-, im andern Ton- oder Geschmacksempfindung ist — noch eine allgemeine mit den übrigen Nerven gemeinschaftlich besitzen, er müsste die eigne Ausdehnung im Raume an sich zum Bewusstsein bringen.

Viele Naturforscher haben diesen Satz als unmittelbar gewiss aufgestellt. Man fasse ihn mit allen seinen Consequenzen, so wird man sehen, wie wenig haltbar er ist.

Empfindet der Nerv die eigne Ausdehnung im Raume an sich, so muss jeder Ort seines Verlaufs dem Bewusstsein gleich deutlich sein. Wer aber kennt diesen Verlauf, den nicht das anatomische Messer belehrt?

Allein die Erfahrung, wird man einwenden, lehrt, dass die peripherische Ausbreitung der Tast- und Gesichtsnerven deutlich empfunden wird. Angenommen, dieser Ausdruck sei richtig, warum gilt nicht dasselbe für den Gehörnerven und die übrigen? Warum nur für die peripherische Ausbreitung? Warum nicht auch für den Ort der Centralenden in Gehirn und Rückenmark? Freilich entsteht die Vorstellung von der Oertlichkeit des Reizes zugleich mit der Reaction des betreffenden Nerven; ist man darum berechtigt, diese zwiefache Bestimmung des sinnlichen Bewusstseins jener Reaction an sich, und allein dieser, zuzuschreiben, blos

weil ein anderes Moment der Wahrnehmung mit ihr gleichzeitig entsteht?

Ich habe es unternommen, die wissenschaftliche Forschung auf diesem Felde von dem Irrthume zu befreien, dass die Räumlichkeitswahrnehmung unmittelbar durch den Sinnesnerven geschehe. Das Falsche wird am gründlichsten widerlegt durch die positive Nachweisung des Wahren. In diesem Sinne ist es hier versucht worden, die allgemeine Raumvorstellung auf eine wirkliche, dem thierischen Organismus immanente Potenz, die willkührliche Bewegung, zurückzuführen. Insbesondere soll dies beim Gesichtssinne nachgewiesen werden.

Dass ich vom philosophischen Standpunkte ausgegangen, lag in der Natur des Gegenstandes. Die Erforschung des rein Sinnlichen muss vom Geistigen abstrahiren, wenn sie jenes in seiner physiologischen Bedeutung erfassen will. Dass ich zugleich streng mathematisch verfahren, dass ich die Gesetze der Raumvorstellung vermöge der Wissenschaft vom Raume aufgesucht, bedarf wohl keiner Rechtfertigung. An den Lehrsätzen selbst wird sich erkennen lassen, ob die physiologische Anwendung der Wahrheit gemäss sei.

Unter den Naturforschern neuerer Zeit hat Steinbuch in seinen „Beiträgen zur Physiologie der Sinne“ (Nürnb. 1811) den Versuch gemacht, die Raumvorstellung aus der Bewegung herzuleiten. Seine höchst geistreiche Darstellung ist wohl darum ohne bedeutenderen Einfluss geblieben, weil er die

adäquate Methode, die mathematische, nicht angewandt. So hat Aristoteles vom philosophischen Standpunkte aus die Theorie des Hebels nicht zu begründen vermocht; Archimedes dagegen gelangte auf mathematischem Wege zu dem Ziele, wo er sein „δός μοι ποῦ στῶ“ mit siegender Ueberzeugung aussprechen konnte.

Wie weit es dem Verfasser auf viel beschränkterem Gebiete gelungen, zu überzeugen, muss der Erfolg lehren. Die vorliegenden Untersuchungen haben wenigstens zu einigen bestimmten Resultaten geführt, welche als geringe Beiträge zum grossen Ganzen hiemit der Oeffentlichkeit übergeben werden.

Berlin im April 1842.

Der Verfasser.

Inhalt.

Erstes Capitel:	Princip und Methode	pag. 1
Zweites -	Animalisches Leben	- 17
Drittes -	Sinnesfunction im Allgemeinen . .	- 33
Viertes -	Theorie des Sehens in Bezug zur Raumvorstellung	- 54
Fünftes -	Das normale Einfach- und Doppeltsehen	- 87

BOSTON MEDICAL
JAN 28 1919
LIBRARY

Erstes Capitel.

Princip und Methode.

Der Weg des Naturforschers gleicht in vieler Beziehung dem des Historikers. Beide vermögen es nicht, den Inhalt ihrer Wissenschaft zu construiren, beide sind stets darauf angewiesen, ihren Gegenstand zu suchen, und das Gesuchte zu verbürgen, ehe sie zu dem Punkte gelangen, wo die Wissenschaft organische Existenz gewinnt. Daher theilen sie auch gleiches Schicksal, wenn sich das Thatsächliche ihren Blicken entzieht: sie müssen auf weiteres Fortschreiten verzichten, weil sie des sicheren Bodens Gränze berührt haben.

Dem Historiker hüllen sich die Anfänge seiner Wissenschaft, die ersten Glieder ihrer grossen Kette, in das undurchdringliche Dunkel der Mythe. Gleich unerforschlich und geheimnissvoll ist dem Naturforscher das Lebensprincip, welches der gestaltlose Keim, wie der ausgebildete Organismus enthält. Aus dem dunkeln Gebiete der Sagen treten die Gestalten der Menschengeschichte nach und nach hervor, zunehmend an Deutlichkeit, wie sie sich ablösen von dem grauen Hintergrunde, mit dem sie anfangs zusammen flossen.

In ähnlicher Weise sieht der Naturforscher aus der universellen Einheit des Keimes die besonderen Organe allmählig sich gestalten, erst nur in dem Bestreben, sich als Theile im Ganzen zu sondern, dann sich im Einzelnen formend, nach Einem Gesetz und doch in vielfacher Richtung, bis endlich die Existenz der einzelnen Organe an und für sich, in ihrer gegenseitigen Bestimmung und ihrer Beziehung zum Gesammtorganismus angeschaut werden kann. Wie die Geschichte aus der Ueberlieferung, so gewinnt die Naturwissenschaft ihre Thatsachen aus sinnlicher Wahrnehmung. Nach der Wesenheit des also gewonnenen Objectes theilen sich ihre einzelnen Doctrinen in zwei Hauptrichtungen: die Lehre von der anorganischen und organischen Natur.

Die wissenschaftliche Anschauung des anorganischen Seins gewinnt für die Potenzen, deren concrete Erscheinung sie beobachtete, das Princip der Bewegung, sich offenbarend in Anziehung und Abstossung. Das Geschäft des Naturforschers auf diesem Felde ist beendet, sobald er die hierher gehörigen Erscheinungen auf jenes Princip zurück geführt hat. Seine Analyse wird z. B. begrenzt durch Auffinden des Unzerlegbaren, des Grundstoffes; seine Synthese, durch die Anschauung der vollendeten Mischung. Chemie und Physik dienen auf diesem Gebiete allen übrigen Forschungen zur Basis. Jene von den immanenten Eigenschaften der Materie ausgehend, diese ihre emanente Existenz, die Bewegung, zuerst erfassend, verfolgen beide die verschiedenen Richtungen, nach welchen das anorganische Sein zur Erscheinung kommt.

Die organische Existenz, das Leben, ist ihrer For-

schung entrückt. Tritt uns die Natur auf dieser Stufe, als ein Organisches, entgegen, so wird die Aufgabe, obgleich der früheren analog, um so viel höher, als das zu suchende Princip ein tieferes ist. Auch hier gehen wir aus von den Erscheinungen an der bewegten Materie, auch hier dürfen wir ihre immanente, wie emanente Existenz nicht unerforscht lassen, aber wo wir dort das Princip der Bewegung als Letztes, als Gränze unserer Forschung setzen, tritt es uns hier als Erzeugtes, Secundäres entgegen, und es nimmt an diesem Punkte unsere Forschung erst ihren wissenschaftlichen Anfang. Denn hier erst gelangen wir zur Anschauung des Unterschiedes zwischen anorganischer und organischer Natur. Mischung, Form, Bewegung der Materie sind erforscht, nun soll das Lebensprincip, welches sich zur Bewegung verhält, wie diese zur Materie, nachgewiesen werden, wie es beides hervorbringt und bestimmt: Materie und Bewegung.

Für die Lehre von der anorganischen Natur ist der Begriff Bewegung zugleich das Absolute, d. h. sie findet durch sich selbst keinen andern, der sich diesem überordnete. Für die Erforschung der organischen Existenz dagegen genügt dies Princip nicht mehr als oberster Begriff (als ἀρχή); denn hier müssen wir die Bewegung selbst als ein Abhängiges, als ein Endliches ansprechen, gegenüber der höhern Potenz, die wir Lebenskraft nennen; gleich wie diese, für die Physiologie ein Unendliches, ein Absolutes, auf dem Gebiete der metaphysischen Forschung sich der Idee des vollkommenen Absoluten, der Idee Gott, unterordnet. So finden wir also das Gebiet der Physiologie einerseits umfassend und beherrschend die

Lehre von der anorganischen Natur, anderseits dagegen begränzt und umschlossen von der Wissenschaft des Transcendentalen, von der Metaphysik.

Seitdem die Physiologie sich emancipirt hat, seitdem sie, unabhängig von den Fragen der Pathologie und Therapie, in eigner, ihrem Object adäquater Weise fortgeschritten, ist sie zum Inbegriff aller Naturforschung überhaupt geworden. Denn auch die Gesetze des anorganischen Seins wiederholen sich im Organismus, und das Lebensprincip kommt nicht weniger durch Zersetzung der organischen Materie, als durch Erzeugung derselben, zur Erscheinung.

Alle Thatsachen, welche der Natur vermöge Beobachtung und Experiment abgewonnen werden, gehören insofern der physiologischen Forschung an, als sie von der Existenz des Lebensprincips Zeugniss geben können, und aus ihnen die Anschauung des Organischen selbst hervorgeht. Da nun auf dem Gebiete der Naturforschung die Qualität der Beweisführung in geradem Verhältniss steht mit der Quantität des factischen Zeugnisses, d. h. das Resultat um so gewisser ist, je mehr Thatsachen dafür sprechen, so ist mit der Vermehrung derselben ein Bedeutendes für die Wissenschaft selbst gewonnen, weil zugleich die Möglichkeit der Intuition des Lebensprincips vervielfacht wird.

Hier liegt die Gefahr nicht ferne, mit der Anhäufung solcher Thatsachen, welche allerdings an und für sich die Existenz des Lebensprincips beweisen, den wissenschaftlichen Weg abzuschliessen, ehe der noch übrige Schritt, bis zur wirklichen Anschauung des Organischen, gethan ist. Die Thatsache z. B., dass durch galvanischen Reiz auch in dem vom Organismus getrennten Muskel noch

Zuckungen hervor zu bringen sind, ist ein Beweis für das in ihm vorhandene Lebensprincip; doch erst dann erhält dieselbe wissenschaftliche Bedeutung, wenn sie im wesentlichen Zusammenhange erscheint mit der Lehre von den Funktionen des Muskels selbst, als dem integrirenden Theile eines Ganzen, als dem Einzelnorgane im Gesammtorganismus. Die vereinzelte Thatsache, ohne diesen Zusammenhang, oft durch mühsames Experiment der Natur abgezwungen, ist gleich der Anekdote, gegenüber dem grossen Gebäude der Weltgeschichte. Verdienst génug, wenn sie als ein wirkliches Ornament sich darstellt.

Das durch Beobachtung und Experiment gewonnene Faktum ist noch kein Resultat der Wissenschaft. Erst, wenn aus der Summe vieler Thatsachen die principielle Einheit gewonnen ist, wenn aus der Erkenntniss der Theilwesenheit die Anschauung des Gesammtwesens entspringt, ist die Aufgabe der Physiologie gelöst.

Wo aber liegt jene principielle Einheit der wissenschaftlichen Erkenntniss? Wo liegt der Eine Grund, die Eine Ursache, aus welcher die mannichfaltigen Lebenserscheinungen der ewig wandelbaren Pflanzen- und Thierwelt hervorgehen? Giebt es überhaupt eine solche Einheit? Der Physiologe, an welchen diese Frage gerichtet ist, befindet sich in gleichem Falle mit dem Mathematiker, an den die Forderung ergeht, die Existenz des Raumes — seiner Wissenschaft Sach- und Erkenntnissprincip — zu demonstriren, zu beweisen. So wenig, wie die Philosophie, aller Wissenschaft Anfang und Ende, ihr tiefstes Principbeweisen, d. h. seinen bedingenden Grund zur Erkenntniss bringen kann, — gerade, weil es das Tiefste ist, ver-

mag sie es nicht — eben so wenig findet eine besondere Wissenschaft noch einen höhern Grund, als der ist, auf dessen Wesenheit sie ihren Inhalt zurück führt, durch den sie ihren Stoff organisirt und erläutert.

Das tiefste Princip, das vollkommen Absolute: Gott, ist jedoch darum für unser Bewusstsein nicht weniger wahrhaftig vorhanden, weil es keinen höhern Begriff giebt, den wir ihm überordnen könnten. Von der Erkenntniss des Endlichen, des Bedingten, zu der höchsten Uridee alles Seins hinaufgestiegen, giebt die Philosophie gewisse Kunde vom Dasein eines letzten Princips der Dinge. Und nicht bloss als Gränze der Endlichkeit will sie dasselbe erkannt wissen, sondern als das Alles umfassende, Alles erschaffende und erhaltende Unendliche, als selbstthätige, unendliche Ursache endlicher, dem Menschen sichtlicher Wirkungen. Dies findet die Wissenschaft aus der Betrachtung eines endlichen Inhaltes. Aus der Erkenntniss bestimmbarer, endlicher Wesen schliesst sie auf ein Urwesen, die bestimmende Ursache alles Daseins. Die innerste Wesenheit dieses Urwesens muss sie unenthüllt lassen; das „Wie“ des göttlichen Wesens bleibt dem zeitlichen Geiste ewig unbegreifbar.

Jede Wissenschaft, die in gleicher Weise bis zum höchsten Begriff ihres Gebiets durchgedrungen, hat allen Forderungen Genüge gethan. Die Mannichfaltigkeit ihres Inhalts auf die Einheit dieses Begriffes zurück zu führen, ist die allgemein gültige Methode, ohne welche keine Wissenschaft besteht. Darum gilt es überall, zuerst den Punkt zu bestimmen, in welchem die vielerlei Radien des von einer Doctrin umfassten Gebietes zusammen treffen; den Begriff zu finden, aus dem

der Gesammtinhalt der Wissenschaft, als nothwendig bedingte Folge, hervorgeht. Wenn der Zusammenhang des endlich Bestimmten mit der Wesenheit des Princips, dessen Ausdruck jener höchste Begriff ist, nachgewiesen, wenn die Existenz des Endlichen auf den unendlichen Ursprung zurück geführt worden, wenn also der Gegensatz des Geistigen und Materiellen seine Vermittelung erhalten, dann ist die wissenschaftliche Anschauung vollendet, die wissenschaftliche Wahrheit ans Licht gebracht.

Die Aufsuchung des Princips ist daher die erste Aufgabe jeder Wissenschaft, wenn sie nicht, wie die Geometrie ihren obersten Begriff postulirt, d. h. seine vollständige Wahrheit als Grundbedingung aller folgenden Sätze aufstellt. Eine rein rationale Wissenschaft, wie die eben genannte, verliert dabei nichts an Gültigkeit, da sie nur unter der Bedingung auf Existenz Anspruch macht, dass jener Fordersatz überhaupt wahr sei. Die Physiologie dagegen, wie jede empirische Wissenschaft, muss erst auf analytischem Wege ein Sachprincip finden, bevor sie berechtigt ist, das Erkenntnissprincip aufzustellen, nach welchem ein System der Wissenschaft sich erbauen lässt. Das Sachprincip aber, d. i. die concrete Bedingung der Wissenschaft, ist das in der Mannichfaltigkeit des Inhaltes wahrnehmbare Allgemeine, welches sich zu jeder besondern Wahrnehmung verhält, wie das Unendliche zum Endlichen. Wird das Sachprincip nun auf die Erkenntniss selbst bezogen, wird dasselbe als ein Gedachtes, dem zugleich objective Gültigkeit zukomme, ausgesprochen, so ist es das Princip, die ἀρχή der Wissenschaft.

Ihr realer Anfangspunkt ist bestimmt, wenn viele endlich bestimmte Wahrnehmungen sich unter einem gemeinschaftlichen Merkmale, als ein zusammen gehöriges Gebiet darstellen, wenn also das Sachprincip gefunden. Ihre Möglichkeit ist hiermit gegeben. Die wirkliche Vollendung liegt in der Erkenntniss des Allgemeinen, als Eines Absoluten, gegenüber der Mannichfaltigkeit des in concreto wahrgenommenen Inhaltes.

Schon dem vorwissenschaftlichen Bewusstsein offenbart sich der grosse Gegensatz des Todten und Lebendigen aus der unmittelbaren Anschauung der Natur; es bedarf zu dieser Erkenntniss weder methodischer Beobachtung, noch abstracter Reflection. Die mannichfaltigen Wesen ausser uns sind alle in diesem Gegensatze einbegriffen; keins vermag sich ihm zu entziehen. Ein allgemeines Merkmal ist daher in der unmittelbaren Anschauung gegeben, diesen Reichthum der Wahrnehmungen in zwei grosse Gebiete abzuschliessen. Hier das Lebendige, nach innerstem, eigenstem Gesetze der Erzeugung und Erhaltung fortbestehend, im Einzelnen untheilbar und selbstständig. Dort das Todte, nur durch die allgemeine Potenz der Bewegung, durch anziehende und abstossende Kräfte zusammen gehalten, in seiner endlichen Vollendung nur ein Körperliches, dessen Einheit durchaus keine innere, wesentliche Beziehung zu seiner Existenz hat, bis ins Unendliche theilbar, ohne Aufhebung seiner Wesenheit.

In dieser Bestimmung des gefundenen Gegensatzes ist der Begriff des Lebendigen die affirmative Grösse. Sein Inhalt kann daher als Sachprincip dienen, wenn die wissenschaftliche Anschauung aller derjenigen We-

sen unternommen werden soll, welche dieser positiven Seite unseres Gegensatzes angehören. Der reale Ausgangspunkt, die Möglichkeit einer Wissenschaft des Lebens, ist somit gegeben. Wird nun eine endliche Wahrnehmung dergestalt bestimmt, dass sie wirklich unter jenen Begriff des Lebendigen gehöre, so ist für unsere Wissenschaft eine Thatsache, eine Bereicherung des zu betrachtenden Inhaltes, gewonnen. Die wissenschaftliche Anschauung aber ist damit keineswegs vollendet. Ihre Consummation ist die Erkenntniss des Unendlichen, welches jenem concreten Inhalte, den wahrnehmbaren Lebenserscheinungen, als Eine unveränderliche Ursache zum Grunde liegt.

Von der Antwort auf die Frage, die wir uns oben gestellt, ob nämlich diese Einheit wirklich vorhanden, ob sie nachzuweisen sei, ist die Vollendung einer Wissenschaft des Lebens überhaupt abhängig. Es kommt darauf an, ob jenes durch Wahrnehmung erlangte Sachprincip sich zum Erkenntnissprincip erheben lässt, d. h. ob nachzuweisen ist, dass jenes wahrnehmbare Allgemeine einer Menge mannichfaltiger Dinge, die wir lebendig nennen, seine Grundbedingung — und zwar nur Eine — in der Wesenheit dieser Dinge selbst habe. Demnächst ist also die Wesenheit des Lebendigen für sich zu erforschen. Dass ihm eine innere Bedingung seiner Existenz zukomme, die dem Todten fehlt, schliessen wir aus einfacher Vergleichung beider. Das Thier, die Pflanze wächst durch Aufnahme fremder Stoffe von Innen nach Aussen: der Krystall fügt sich durch Attraction gleichartiger Atome zusammen. Diese genetische Verschiedenheit führt nun weiter zu der Untersuchung, wie jenes Wachsen von Innen nach

Aussen beschaffen sei. Fremde Stoffe sehen wir vom lebendigen Wesen ergriffen, ihre Substanz verändert sich, das Verschiedenste wird in ein Gleichartiges verwandelt. Aber auch dies Gleichartige ist unter sich wiederum ein Mannichfaltiges. Die Frucht ist ein Anderes, als das Blatt, als der Stamm und die Wurzel; jedes eignet sich das Fremde für sich selbst an. Bald bemerken wir, dass diese einzelnen Theile sich nicht von einander trennen lassen, ohne die eigene Existenz, wie die des Ganzen, zu vernichten. Frucht und Blatt, vom Stamme getrennt, zerfallen in Staub; der Stamm stirbt ab, nachdem ihm die Wurzeln genommen. Wir finden demnach, dass der innige Zusammenhang der Theile ihre eigene Existenz, wie die des Ganzen, nothwendig bedingt, dass alle Lebenserscheinungen von dieser innigen Vereinigung abhängen. Ein solches Ganze heisst ein Organismus, seine wesentlich zum Leben beitragenden Theile, dessen Glieder, oder Organe.

Der organische Zusammenhang aller Theile eines Wesens bedingt sein Leben. Die Negation dieses Zusammenhanges enthält zugleich alles Lebens Vernichtung. Das Grundprincip, von welchem die wissenschaftliche Anschauung aller Lebenserscheinungen beginnt, ist daher ausgesprochen in der Idee des Organismus. — Hier stehen wir zugleich an den Gränzen aller Naturforschung. Sie überschreiten wollen, heisst, vom bedingten Standpunkte aus die Erkenntniss des Unbedingten, des Absoluten, unternehmen. Eine Aufgabe, welche in die Wissenschaft des Transcendentalen, die Metaphysik, zu verweisen ist. —

Die Wissenschaft, deren Inhalt das Leben der Natur,

kann vermöge ihres Princips näher bezeichnet werden als die Lehre vom Organismus: ihre Forschung wird zuerst auf die Entwickelung und Begründung des Princips gerichtet sein; sie wird sich der Aufgabe zu entledigen haben, alle wahrnehmbaren Lebenserscheinungen als nothwendige Folge der organischen Existenz, und nur allein aus dieser hervorgehend, darzustellen.

Die Methode unserer Wissenschaft, der Physiologie, ist demnach zuerst analytisch. Denn die Erkenntniss des organischen Princips ist nur durch Zerlegung des Organismus in seine Glieder, die Organe, möglich; die Anschauung des Organes, durch die Beobachtung desselben in seinem Einzelleben, seinen Energien, so wie durch dessen Zerlegung nach anatomischen und chemischen Principien: Analysis im eigentlichsten Sinne. Durch Auffindung des Unbedingten, des Lebensprincips, ist ihr Geschäft beendigt.

Aus der Anschauung der belebten Materie, des organischen Stoffes, die Idee des vollendeten Organismus mit seinen mannichfaltigen Functionen im Allgemeinen, wie im Besondern, zu entwickeln, ist alsdann die Aufgabe des synthetischen Theils der Physiologie.

Auf analytischem Wege wird mit der Auffindung des Princips zugleich der specielle Inhalt der Physiologie gewonnen, auf welchem, als einer festen, concreten Basis, sich das synthetische Gebäude der Wissenschaft erhebt. Je inniger der Zusammenhang ihrer Lehrsätze, je mehr sie dem Organismus gleicht, den zu erforschen sie sich bestrebt, um so vollkommener ist die Wissenschaft selbst, um so sicherer findet sie die Wahrheit *).

*) Anmerk. Mit Recht nennt daher Krause die Wis-

Wer die Lebenskraft als den Einen, aller organischen Existenz immanenten Grund erkannt, der wird abstehen von dem verwirrten Bestreben vieler Naturphilosophen alter und neuer Zeit, diese Einheit zu zerlegen, verschiedene Principien aufzusuchen, nach welchen die Lebenserscheinungen in den mannichfaltigen Systemen des Organismus, jede nach besonderer Weise erzeugt werden sollen. In diesem Bestreben wird z. B. das Leitungsvermögen der Sensibilität bald nach mechanischen. bald nach dynamischen, ja, nach chemischen Analogien — denn höher, als zur Analogie, bringen es diese Hypothesen nicht — behandelt; die Bewegung der Säfte erfährt gleiches Schicksal, und das ganze, „Eine und untheilbare“ Leben des Organismus erscheint, wie die Bewegung einer Maschine, die hier durch mechanische Momente, hier durch polarische Kräfte, wie Electricität oder Galvanismus, dort durch chemische Prozesse im Gange erhalten wird. So wurden wir in allen Zeitläuften mit den verschiedenartigsten Principien beschenkt, ohne für die Anschauung des Organischen das Mindeste gewonnen zu haben. Vielmehr übersah man, dass alle jene Momente, sofern sie wirklich dem Organismus immanent gedacht werden, doch wiederum aus einer Einzigen Quelle hervorgehen müssen, aus der Kraft nämlich, welche diesen Organismus „im Innersten zusammen hält.“ Für die Eine, untheilbare Idee des Lebensprincips werden uns viele geboten, deren nothwendiger Zusammenhang mindestens ebenso proble-

---

senschaft einen Organismus, einen Gliedbau. Siehe dessen System d. Philos. pag. 2. Götting. 28.

matisch, als ihre objective Gültigkeit hypothetisch ist. Glücklich, wenn uns für den Nachtheil, welcher aus diesen hypothetischen Abstractionen immer zu erwachsen pflegt, wenn uns für den Verlust der besonnenen, vorurtheilsfreien Beobachtung wenigstens eine geistreiche Analogie, eine treffende Vergleichung entschädigt.

Das gleiche Verhältniss, in welchem die Methode zum gesammten Inhalt der Wissenschaft steht, wird sie zu einem besondern Theile derselben haben müssen, wofern dieser als ein Wesentliches, für sich Selbstständiges im grossen Organischen Ganzen erscheint. Ein solcher Theil, ein solches Organ der Physiologie ist der Gegenstand dieses Aufsatzes. Die Lehre von den Sinnesfunctionen umfasst eine Mannichfaltigkeit der Wahrnehmungen als Inhalt, deren gemeinschaftliches Sachprincip sich bestimmt sondert von dem allgemeinen Princip der ganzen Doctrin. Auch hier ist unsere erste Frage auf die Nachweisung des Princips gerichtet; auch in der Erforschung dieses besonderen, begränzten Theiles wird unsere Methode zuerst analytisch die Einheit der auf diesem Felde möglichen Erkenntnisse zu suchen haben, um von ihr aus alle hieher gehörigen Thatsachen in ihrer nothwendigen Abhängigkeit von den gefundenen Grundprincipien systematisch aufstellen zu können.

Die Aufgabe, welche uns besonders beschäftigen wird, ist das vielfach von den Physiologen älterer und neuerer Zeit behandelte Problem der Räumlichkeitswahrnehmung durch den Gesichtssinn.

Für die wissenschaftliche Anschauung der hier sich darbietenden Phänomene entsteht die unüberwindliche

Schwierigkeit, dass alle Vorgänge auf der Netzhaut unmöglich bei den Gesichtsfunctionen selbst zu beobachten sind. Alle Experimente, welche in unserer Macht stehen, schliessen die subjective Vorstellung des Raumes und der Oertlichkeit schon in sich; wir befinden uns daher stets unter dem Standpunkte, den wir beherrschen wollen. Darum hat man zu vielen, oft allerdings sehr scharfsinnigen Hypothesen seine Zuflucht genommen, um zu erklären, wie durch unmittelbare Perception der Reizungszustände der Retina eine räumliche Vorstellung im Bewusstsein sich bilden könne.

Das Geheimnissvolle der Räumlichkeitswahrnehmung durch den Gesichtssinn ist in folgenden zwei Erfahrungssätzen ausgesprochen:

1) Das Bild eines durch den Gesichtssinn wahrgenommenen Gegenstandes liegt nach der Vorstellung des beschauenden Subjectes ausserhalb des Organismus, an einem bestimmten Ort im Raume, während das wirklich Empfundene, der Reizungszustand der Retina, innerhalb des Organismus sich befindet.

2) Obgleich das Bild auf den Netzhäuten doppelt vorhanden ist, erzeugt sich dennoch im Bewusstsein die Vorstellung eines Einzigen *).

*) Anmerk. Es ist bekannt, dass unter gewissen Umständen diese Einheit aufgehoben wird. Gegenstände, die näher oder entfernter von den Augen liegen, als der Eine fixirte, erscheinen bei gehöriger Aufmerksamkeit doppelt. Schon seit Kepler beschäftigt sich die Wissenschaft mit diesem Phänomen. Die umfassenden Forschungen, welche Joh. Müller über diesen Gegenstand in seiner vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes niedergelegt, haben das Unzulängliche aller bisher aufgestellten Hypothesen hinreichend

Diese Widersprüche zu lösen, die bekannten Thatsachen auf die Gesetze des organischen Lebens, auf die Natur der Sinnesfunction zurück zu führen, ist in den folgenden Capiteln versucht worden. Nach den Anforderungen, welche mit Recht an die Naturwissenschaft überhaupt zu stellen sind, hängt die Gültigkeit ihrer Lehrsätze von deren Uebereinstimmung mit der Erfahrung ab. Die wissenschaftliche Wahrheit auf dem Gebiete der Physiologie erhält ihre überzeugende Kraft allein durch die sinnliche Wahrnehmung des Naturlebens in seiner freien Entwickelung, oder geweckt durch Experiment. Diesem Grundsatze soll auch hier gehuldigt werden.

Die Aufsuchung des besonderen Princips auf unserem begränzten Gebiete wird zuförderst zur Betrachtung des animalischen Lebens an und für sich führen. Die Sinnesfunction tritt uns in dieser Sphäre als nothwendig in jenem enthalten, als eine

---

aufgedeckt. Er selbst gelangt zu einem scharfsinnigen Erklärungsversuche des normalen Einfach- und Doppeltsehens, welcher sich auf die Annahme gründet, dass die Reizung gleichnamiger (identischer) Stellen der Netzhäute identische Oertlichkeit für das gesehene Object bedingt. Diese identische Räumlichkeit auf den Netzhäuten muss, wenn sie wahr ist, allerdings schon in den Wurzeln der optischen Nerven vorgebildet sein. Der Beweis kann jedoch nach der Natur des Gegenstandes nie bis zur Evidenz geführt werden, wie aus Müller's eigener Untersuchung der anatomischen Lage der Nervenfasern im Chiasma, welche eine bewundernswürdige Genauigkeit erreicht, hervorgeht. Siehe a. a. O p. 95 ff.; so wie auch dessen Physiologie Bd. II. pag. 376. ff. Es bleibt also auch die Ansicht dieses grossen Physiologen immer Hypothese.

besondere Manifestation desselben entgegen. Nachdem ihr Begriff sich bestimmt entwickelt hat, wird es möglich sein, die specielle Function des Sehens für sich selbst zu betrachten. Hier gilt es alsdann, die Thatsachen, welche uns theils durch immediate Beobachtung, theils durch Experiment überliefert worden, auf die gefundenen Grundbegriffe des organischen Lebens, als ihre bedingende Ursache, systematisch zurück zu führen.

Da wir es aber mit den Gesetzen der Räumlichkeit zu thun haben, so ergiebt sich die adäquate Methode, welche allein zu einem Resultate führen kann, von selbst. Wir müssen den Weg betreten, welchen die Wissenschaft vom Raume für uns geebnet hat, den sicheren Weg geometrischer Demonstration.

Zweites Capitel.

Animalisches Leben.

Die Lebenskraft an und für sich ist noch keine Lebenserscheinung; sie bleibt so lange latent, d. h. der Beobachtung entzogen, bis ein zweites Moment sie entbindet. Ja, sie würde gänzlich erlöschen, sterben, wenn dies zweite Moment absolut mangelte. Das Leben besteht also in einem nothwendigen Dualismus: Lebenskraft, gebunden an organisirte Materie, und ein von Aussen wirkendes Moment, der Lebensreiz, welcher sie entbindet. Das wahrnehmbare Freiwerden der Lebenskraft ist Lebenserscheinung. Ihre endliche Vollendung wollen wir einen Lebensact nennen. Zerlegen wir einen solchen Lebensact nach jenem dualistischen Princip, so finden wir die beiden Factoren Reizung und Reaction. Diese, bedingt durch die Lebenskraft selbst, jene, als wahrnehmbares Zusammentreffen des Lebensreizes mit einem Organismus. Die Fähigkeit, auf einen Reiz zu reagiren, die Reizbarkeit, ist überhaupt Lebensfähigkeit, Lebenskraft gebunden an Materie. Die Gesammtheit aller wesentlich durch sie erzeugten Erscheinungen nennen wir Leben.

Beobachten wir das Leben in seinen verschiede-

nen Abstufungen durch die ganze Reihe der Organismen, von der unvollkommensten Pflanze bis zum ausgebildetsten Thiere, so offenbart sich uns der grosse Gegensatz der vegetativen und animalischen Existenz zuerst dadurch, dass in der letztern allein willkührliche Bewegung vorkommt *). Die Lebenserscheinungen, welche beide mit einander gemein haben, entbehren dagegen aller Willkühr; sie sind Resultate der nothwendigen Reaction auf äussere Reize. Dahin gehören die Processe der Assimilation und Secretion, periodische, spontane Bewegungen, wie sie an Pflanze und Thier wahrzunehmen sind: Processe, die vorzugsweise die vegetativen genannt werden.

Das animalische Leben bietet allein eine Erscheinung, die nicht als Wirkung äusserer Reize, sondern durch ein inneres Agens hervorgebracht wird: Die willkührliche Bewegung. Dies innere Agens tritt hier als Lebensreiz auf und erzeugt die Bewegung als nothwendige Reaction. Es ist das Bewusstsein, welches in unendlichen Abstufungen jedem animalischen Wesen inwohnt.

Das Bewusstsein auf der Stufe des animalischen Lebens ist nichts weiter, als die Fähigkeit eines Wesens, sich im Gegensatze mit andern Wesen zu empfinden.

Die Anschauung eigener, wie fremder Wesenheit ist davon gänzlich ausgeschlossen; alle Wahrnehmung bleibt bei der Empfindung dieses Gegensatzes stehen.

---

*) (Aristot. de anim. I, 2.) *Τὸ ἔμψυχον δὴ τοῦ ἀψύχου δυοῖν μάλιστα διαφέρειν δοκεῖ, κινήσαι τε καὶ τῷ αἰσθάνεσθαι.* — Das Symptom des Empfindens aber ist wiederum die Bewegung.

Das Bewusstsein auf der Stufe des geistigen Lebens ist zugleich die Fähigkeit, sich selbst anzuschauen; die Wahrnehmung schreitet fort zur vollendeten Erkenntniss, zum Wissen. Hierin ist der Unterschied ausgesprochen zwischen animalischem und geistigem Leben, zwischen Thier und Mensch. Dieser vermag die Selbstschauung zu vollziehen, er erkennt sein „Ich" als ein von der Aussenwelt getrenntes, selbstständiges Wesen, und wiederum diese Aussenwelt aufgenommen in das Ich, als ein erkenn- und bestimmbares Nicht-Ich. Jenes erhebt sich nicht über die Empfindung des Gegensatzes zwischen Aussen und Innen; es ist zwar ein Untheilbares, ein Individuum; aber kein Ich, keine Person.

Jedem Wesen, welches willkührliche Bewegung, d. i. willkührliche Ortsveränderung manifestirt, sind wir genöthigt, mindestens animalisches Bewusstsein zuzuschreiben. Selbstständige Bewegung hat auch die Pflanze, wenn sie auf einen Reiz Contractionen zeigt, wenn sie Abends ihren Kelch schliesst u. s. f. Denn es liegt der innere Grund dieser Bewegung im Organismus selbst, und der Reiz erscheint als Gelegenheitsursache. Unselbstständige Bewegungen würden alle Ortsveränderungen genannt werden müssen, die nur durch äussere Ursachen hervorgebracht werden, durch physikalische und chemische Momente. Willkührliche Bewegung aber nennen wir solche, die nicht als nothwendige Reaction auf äussern Reiz entstehen, wie es z. B. bei gewissen Pflanzen der Fall ist; sie beruht auch nicht auf Spontanität des Organismus, wie Herzschlag und peristaltische Bewegung des Darmkanals; (denn auch diese sind nichts, als

Reactionen auf Lebensreize); sie sind endlich nicht Folge irgend einer allgemeinen Naturkraft, wie Schwere, Attraction etc. Kurz, überall, wo wir die nächste Ursache der Bewegung nicht als eine äussere finden, sind wir berechtigt, sie im Bewusstsein selbst zu suchen. Die Bewegung erscheint dann als die Manifestation des Bewusstseins nach Aussen.

Setzen wir animalisches Bewusstsein bei irgend einem Wesen voraus, so können wir den Begriff der willkührlichen Bewegung positiv fassen, nämlich: als Reaction des Organismus auf einen vom Bewusstsein ausgehenden Impuls oder Reiz, sich offenbarend als Ortsveränderung.

Die Reaction wird mit der Reizung, welche sie hervorrief, zugleich empfunden, als ein Aeusseres, im Gegensatze zu dem Innern, dem Empfindenden selbst. Das immanente Bewusstsein, indem es sich durch Bewegung manifestirt, wird zugleich ein emanentes: Die Fähigkeit, sich einem andern Wesen entgegen zu setzen, kommt zur Anwendung. Es ist das Begehrungsvermögen auf der Stufe des thierischen Lebens, der blos animalische Wille, zum Unterschiede vom sittlichen freigeschaffener Geister.

Eine übersichtliche Darstellung des bisher Gesagten ist in folgendem Schema versucht worden. Es zeigt dasselbe einerseits die stufenweise Fortschreitung des Seins vom Materiellen aus nach dem Geistigen; und anderseits den Gegensatz von immanenter und emanenter Existenz auf jeder dieser Stufen.

Immanente Existenz.		Emanente Existenz.
Sittliches Bewusstsein.	—	That.
Geistiges Leben.		
Mensch.		
animalisches, bloss sinnliches Bewusstsein.	— | —	willkührliche Bewegung.
animalisches Leben.		
Thier.		
Reizbarkeit.	— | —	Reaction.
vegetatives Leben.		
Pflanze.		
Lebensprincip.	— —	Organismus.
Leben.		
Organisches Sein.		
Materie.	— | —	Form.
materielles Sein.		
Körper.		
Kraft.	— —	Bewegung.
Anorganisches Sein.		

In vorstehender Tafel schliesst immer eine tiefere Stufe die höheren aus, aber nicht umgekehrt. Vielmehr bedingt eine höhere Stufe immer die vorhergegangenen und fasst dieselben in sich. So ist das anorganische Sein ebenfalls enthalten im organischen, als dessen Gegensatz; die Pflanze ist zugleich ein Körperliches, das Thier hat auch eine vegetative Seite des Lebens, der Mensch eine animalische.

Jede Stufe findet daher einen inneren Gegensatz in der zunächst vorhergehenden. Das vegetative Leben der Pflanze steht entgegen ihrer Körperlichkeit,

d. h. ihre physiologischen Eigenschaften bekunden eine höhere Stufe der Existenz, als ihre physikalischen. Sie heben sich jedoch nicht auf, sondern die Pflanze ist die concrete Vermittelung beider. So wird der reale Gegensatz zwischen animalem und vegetativem Leben in der concreten Erscheinung des Thieres vermittelt; gleich wie im Menschen die wirkliche Einheit des geistigen und materiellen Seins beschlossen ist.

Fassen wir nun die erste Stufe, das anorganische Sein als realen Anfang aller wahrnehmbaren Existenz überhaupt, so muss sich dieselbe bei genauer Betrachtung gleicherweise als concrete Vermittelung eines inneren Gegensatzes darstellen. Der anorganische Körper, als blos Raumerfüllendes, als geformte Materie, ist das absolut Bedingte. Der Grund seines Daseins ist für ihn ein Aeusseres, weil er theilbar ist, ohne Aufhebung seiner Wesenheit. In der endlichen Raumerfüllung ist die Affirmation des anorganischen Seins beschlossen. In seiner concreten Erscheinung enthält dasselbe zugleich die absolute, reale Negation eines innern Grundes. Das anorganische Wesen ist seiner Substanz nach gegeben durch die Affirmation der endlichen Raumerfüllung einerseits, und durch die Negation einer selbstständigen, d. i. sich selbst in eigener Sphäre bedingender Wesenheit. Der Gegensatz von Sein und nicht Sein, welchem, als idealer Potenz, jedes endliche Wesen überhaupt unterworfen ist, erhält im anorganischen Wesen, dem geformten Körper, seine reale Vermittelung *).

*) Anmerk. „Dem Begriffe nach ist die Materie ein Nichtsein, weil die Negative auf sie bezogen wird; die Negation ist aber das Nichtsein schlechthin, und sie allein, nicht

Die seitlichen Rubriken unsres Schema's sollen zeigen, wie die immanente Existenz auf jeder Stufe zur emanenten wird, d. h. zur wahrnehmbaren Erscheinung kommt. So erkennen wir die Kraft in der von ihr erzeugten Bewegung; die Materie, als Undurchdringliches im Raume, als Raumerfüllendes, muss sich unter irgend einer Form darstellen; das Lebensprincip erscheint nur in einem Organismus — es ist der innere Grund seiner Existenz. Die Reizbarkeit kann nur als Reaction wahrgenommen werden; die willkührliche Bewegung ist das emanente Bewusstsein; die Manifestation des sittlichen Bewusstseins ist die That.

Alles animalischen Lebens wesentlichstes Kriterion ist das Bewusstsein; es bedingt den Gegensatz dieser Stufe zu der vorhergehenden des vegetativen Lebens. Für sich selbst jedoch ist es ein Bedingtes, weil es, unfähig, sich zur Selbstschauung zu erheben, aller Selbstbestimmung gänzlich ermangelt. Es ist daher wesentlich unfrei.

Nach dieser allgemeinen Umschreibung animalischer Wesenheit wird ihre wissenschaftliche Erforschung im Allgemeinen folgende beiden Punkte ins Auge zu fassen haben:

1) Das animalische Leben im Verhältniss zur Stufe des vegetativen und geistigen Lebens.

---

aber die Materie bildet den Gegensatz zur Formenbestimmung." F. Bise, die Philos. d. Aristot. Berl. 1835. pag. 637. Der anorg. Körper also, das durch die Form vollendete anorg. Sein, hat seinen Gegensatz in der Negation (στέρησις), dem Nichtsein schlechthin.

2) Das Bewusstsein auf der Stufe animalischen Lebens an und für sich.

1. Das animalische Leben im Verhältniss zur Stufe des vegetativen und geistigen Lebens.

Das vegetative Leben ist die Selbstthätigkeit des Organismus an sich, zu seiner Ausbildung und Erhaltung. Der innere Grund, aus welchem wir diese Thätigkeit herleiten, ist zunächst das Vermögen, auf äussere Reize zu reagiren, die Reizbarkeit. Offenbart sich dieselbe in einem der Contraction fähigen Organe auf einen adäquaten Reiz, so heisst sie Irritabilität. Es ist die Manifestation des Lebensprincips, welches hier als Reizbarkeit auftritt, in endlicher Bewegung. Auf diesen Begriff der allgemeinen Reizbarkeit (incitabilitas) lassen sich alle Erscheinungen der Pflanzenwelt zurückführen. Denn Zeugung und Wachsthum sind Resultate der Reaction auf die Lebensreize der Befruchtung und Nahrung. Ja, die fortwährende Einwirkung gewisser Reize ist die nothwendige äussere Bedingung des Pflanzenlebens, wie die Reizempfänglichkeit der innere Grund seines Bestehens ist.

In der also beschriebenen Sphäre bewegt sich die Eine Seite des animalischen Lebens gleichfalls. Das Verhältniss der allgemeinen Eigenschaft der Reizbarkeit zur besondern der Irritabilität besteht im Thiere nur noch deutlicher ausgeprägt. Allein, es liegt den Lebenserscheinungen auf dieser Stufe noch ein höheres Agens zum Grunde: das Bewusstsein, welches wir schon als Bedingung animalischer d. i. willkührlicher Bewegung erkannt haben. Da nun die Irritabilität die

Bedingung jeder selbstständigen Bewegung eines lebenden Wesens ist, — sie mag nun willkührlich sein, oder nicht — also eine immanente Eigenschaft der organischen Materie, so bildet sie mit dem Bewusstsein einen wesentlichen Gegensatz, dessen reale Vermittelung ein neues Moment organischen Lebens bedingt: Die Sensibilität, oder das Vermögen, Lebenserscheinungen im Organismus, sie mögen nun durch äussere Ursachen, oder durch das Bewusstsein selbst hervorgerufen sein, diesem unmittelbar zuzuführen.

Die Anatomie und Experimental-Physiologie belehrt uns, dass Gehirn, Rückenmark und Plexus solaris (resp. nerv. sympathicus), mit ihren Verzweigungen die organischen Träger der Sensibilität sind. Die Function dieser Organe ist die Leitung der Lebenserscheinungen vom Organismus zum Bewusstsein, so wie der emanenten Thätigkeit des letztern zum Organismus. Die Sensibilität bedingt demnach für das animalische Bewusstsein die Möglichkeit, ein Aeusseres von sich selbst zu unterscheiden. Das Nervensystem ist daher die concrete Bedingung der Existenz alles animalischen Bewusstseins, mithin alles animalischen Lebens überhaupt.

Aus dem Gefundenen ergiebt sich eine dreifache Richtung des Thierlebens, von denen die beiden ersten mit dem Pflanzenleben congruiren:

$$\text{Thierleben} \begin{cases} \text{Vegetation} \\ \text{Irritabilität} \end{cases} \Big\} \text{Pflanzenleben.}$$
$$\qquad\qquad\quad \text{Sensibilität}$$

Auf diesen drei Kategorien der körperlichen Existenz des animalischen Lebens beruht die trichotomi-

sche Eintheilung der Organe des thierischen Gesammtorganismus. (Siehe Müller's Physiol. Bd. I. Proleg.)

Die historische Entwickelung des Thierlebens durchläuft alle drei Stufen. Der thierische Keim, der Embryo, — welchem wir jedes später sich entwickelnde Vermögen allerdings potentia zuschreiben müssen — ist anfangs vorzugsweise vegetativ. Die nach und nach auftretenden Bewegungen tragen noch nicht den Charakter der Willkühr; es sind vielmehr spontane Entladungen der Irritabilität. Die vollständige Ausbildung erhält der Organismus erst mit dem Vermögen, äussere Eindrücke zu empfangen und dem Bewusstsein zuzuführen, so wie dessen innere Thätigkeit nach Aussen zu manifestiren. Dies geschieht mit dem prägnanten Auftreten der sensibeln Functionen. So weit congruirt das thierische Bewusstsein mit dem des Menschen. Sie unterscheiden sich erst factisch, sobald die Seele zum sittlichen Bewusstsein gelangt ist. So nennen wir nämlich die Fähigkeit, des ethischen Gegensatzes zwischen wahr und falsch, zwischen gut und bös, inne zu werden. Dieser Gegensatz liegt nun durchaus innerhalb des Subjectes selbst, er involvirt also Selbstschauung, Selbsterkenntniss. Die Vernunft ist es, welche den Menschen über das thierische Bewusstsein in ihm selbst erhebt, und die eigne Sinnlichkeit, wie das Weltall überhaupt seiner Herrschaft unterwirft *).

---

*) *Ὕλῃ γὰρ ἔοικε τὰ γε στοιχεῖα· Κυριώτατον γὰρ ἐκεῖνο τὸ σύνεχον ὅ τι πότ' ἐστὶν· τῆς δὲ ψυχῆς εἶναί τι κρεῖττον καὶ ἄρχον ἀδύνατον. ἀδυνατώτερον δ'ἔτι τοῦ νοῦ· εὔλογον γὰρ τοῦτον εἶναι προγενέστατον καὶ κύριον κατὰ φύσιν.* Aristot. de anima I, 5.

Da wir nun dem Thiere sittliches Bewusstsein absprechen — wir beweisen dies schon dadurch, dass wir dasselbe als rein sächliches, d. h. rechtloses Wesen behandeln — und dies als der Anfang aller Selbstschauung gesetzt werden muss, so sind wir zur absoluten Negation dieser Thätigkeit im Thiere gezwungen. — Auf der Anschauung des eigenen Ich beruht nun ferner die Anschauung des Ewigen, des Absoluten, und somit alle absolute Erkenntniss, alles Denken.

Das thierische Bewusstsein bewegt sich innerhalb des Gegensatzes zwischen eigenem und anderen Wesen, zwischen Innen und Aussen. Wie dessen Vermittelung zu Stande komme, muss eine fernere Untersuchung ergeben. Hier kann vorläufig nur so viel ausgesagt werden, dass dieser Gegensatz nicht überschritten wird, dass also alles Erkennen auf der Stufe des Denkens, die Vernunft mit ihren verschiedenen Entwickelungskreisen des Begriffes, des Urtheils, des Schlusses, gänzlich jenseits der Sphäre animalischen, d. i. rein sinnlichen Bewusstseins liegt. Es kann dasselbe demnach nur als ein wesentlich Bedingtes gedacht werden.

2. Das Bewusstsein auf der Stufe animalischen Lebens an und für sich.

Indem wir dem Thiere die Fähigkeit zuerkennen, ein von ihm Verschiedenes, ein Aeusseres, als solches, wahrzunehmen, sprechen wir überhaupt die Grundbedingung alles bewussten Lebens aus. Finden wir seine Wesenheit als bedingte, endliche, so bestimmen wir zugleich die Gränze aller Anschauung auf dieser Stufe

des Bewusstseins. Das Thier unterscheidet das Angeschaute von sich, dem Anschauenden; es wird zwar dieses Gegensatzes inne, aber nicht der eigenen Thätigkeit der Anschauung, welche die Vermittelung beider ist. Denn dies wäre schon ein Act der Selbstschauung, die nur durch Abstraction von jenem endlichen Gegensatze zu Stande kommt. Das Thier unterscheidet ferner Ein Angeschautes von einem Andern; es erkennt die Merkmale eines Dinges, nach denen es dieses Unterschiedes inne wird. Es hat eine Vorstellung des einzelnen Dinges, in so fern es von Andern verschieden ist. Der reale Gegensatz zwischen Besonderm und Allgemeinem kommt ihm in seiner endlichen Vollendung, in seiner concreten Bestimmung zum Bewusstsein; allein es vermag weder ein Allgemeines als Besonderes, noch ein Besonderes als Allgemeines zu fassen, d. h. es kann seine Vorstellungen einander nicht über- und unterordnen nach Gattung und Art. Wäre dies möglich, so müsste vorher ein mehreren Vorstellungen Gemeinsames als Wesentliches, Nothwendiges, d. h. dieselben bedingend: das Besondere dagegen als nicht Wesentliches, als Veränderliches, daher Bedingtes, erkannt worden sein. Die Vorstellung aber des Unbedingten im Gegensatze zum Bedingten, des Unendlichen zum Endlichen, ist, wie wir oben gesehen, vom animalen Bewusstsein ausgeschlossen.

Die Fähigkeit, endliche Vorstellungen zu bilden, in scharfer Begränzung gefasst, besteht einzig und allein im Bewusstwerden eines Vorgestellten, des innern Bildes eines äussern Dinges. Der Gegensatz zwischen Vorstellendem und Vorgestelltem, (welcher

gleichbedeutend ist mit dem Gegensatze Ich und Nicht-Ich) ist, als ein durchaus innerer, auf Selbstschauung beruhender, dem animalischen Bewusstsein fremd. Noch weniger erkennt also das Thier die Einheit des Vorstellenden und Vorgestellten, die Thätigkeit des Vorstellens, die Vorstellung im eigentlichen Sinne. Schreiben wir daher dem Thiere überhaupt Vorstellungen zu, so geben wir dem Worte nur die beschränkte, concrete Bedeutung, welche so eben entwickelt worden. Wir verstehen darunter ein absolut Endliches, das innere Bild des äusserlich angeschauten Dinges. Das erstere besteht nun unabhängig vom letzteren als Eingebildetes im thierischen Bewusstsein fort. Es ist die reale Vermittelung jenes endlichen Gegensatzes, auf welchem das thierische Bewusstsein basirt. Sie verhält sich zu der Vermittelung des Geistigen und Realen (von Subject und Object, zur Idee, welche, als der reichste Gedanke, das unveräusserliche Eigenthum wissenschaftlichen Bewusstseins ist, wie die endliche Vorstellung zum Begriff mit seiner Entwickelung zu Urtheil und Schluss.

Das Thier ist also der endlichen Vorstellung fähig. Es besitzt das Vermögen, sich seiner Vorstellungen ohne erneutes Anschauen jederzeit bewusst zu werden: Einbildungskraft auf der Stufe animalischen Bewusstseins. Die Manifestation dieses Vermögens beim Thiere, die bekannten, oft überraschenden Wahrnehmungen des sogenannten thierischen Instinctes bedürfen hier keiner besondern Begründung. Statt aller übrigen, erinnern wir nur an die bestimmten Zeichen vom Traumleben mancher Thiere, wie z. B. das Bellen des Jagdhundes im Schlafe u. a. m., wo-

durch das Vorhandensein der Einbildungskraft im Thiere seinen empirischen Beweis erhält.

Bisher haben wir das animalische Bewusstsein hauptsächlich als ein Erkennendes betrachtet. Wir fanden die beiden Entwickelungsstufen: Anschauung und Vorstellung, als bedingt durch den Anfangspunkt und Grund alles Bewusstseins, die Empfindung des Gegensatzes zwischen Aussen und Innen. Wir setzten also die Empfindung schon voraus, und zwar desshalb, weil wir dieselbe überhaupt als Anfang aller Wahrnehmung kennen. Denn das Bewusstsein beginnt mit Empfinden, Gewahrwerden; erst durch Abschliessen des also zum Bewusstsein gelangten Eindrucks wird die Wahrnehmung vollendet. Da wir nun die Organe der Sensibilität als die concrete Bedingung alles endlichen Empfindens — und von solchem kann hier allein die Rede sein — erkannt haben, so folgt, dass Empfindungsvermögen im Allgemeinen nichts weiter bedeutet, als die Fähigkeit, des Reizungszustandes dieser Organe inne zu werden.

Die äussern Bedingungen solcher Zustände, die Reize, sind entweder wohlthätig, d. h. der Natur des Organismus angemessen, seinem Gedeihen förderlich, oder verderblich, seine Existenz aufhebend. Die entsprechende Reaction bedingt für die Empfindung entweder Lust, oder Unlust *), deren Excess Schmerz ist. Die Empfindung dieses Gegensatzes mit

---

*) *Ὅπου μὲν γὰρ αἴσθησις, καὶ λύπη τε καὶ ἡδονή.* Aristot. de anim. II, 2.

allen seinen quantitativen und qualitativen Abstufungen in ihrer endlichen Vollendung ist das animalische, rein sinnliche Gefühl. Forschen wir nach dem Begehrungsvermögen, dem Willen des Thieres, so hebt sich streng genommen dieser Begriff durch die Negation des sittlichen Bewusstseins gänzlich auf. Wir können nur von einem Analogon des Willens reden, einer Thätigkeit des Bewusstseins, die nach Aussen sich als Bewegung manifestirt, welche wir, zum Unterschiede von spontanen und physikalischen, die willkührliche genannt haben. Das thierische Begehrungsvermögen also — wenn wir uns dieses Ausdrucks bedienen dürfen — ist wesentlich unfrei; was wir als solches betrachten, ist der Trieb der Selbsterhaltung, der thierische Instinct. So erfasst das Thier begierig die Reize, welche angenehme Gefühle in ihm erzeugen, und flieht vor Dingen, die es als feindlich erkannt hat.

Nach allen Richtungen zeigt sich also das animalische Bewusstsein bedingt durch den Gegensatz zwischen Aussen und Innen. So wie er die Grundbedingung bewussten Lebens überhaupt war, müssen wir mit seiner endlichen Vollendung, seiner realen Bestimmung, die Thätigkeit des animalen Bewusstseins als abgeschlossen betrachten. Die quantitativen und qualitativen Abstufungen dieser Thätigkeit bilden den ganzen Inhalt des thierischen Sinnenlebens. Denn, wie die Sensibilität die organische Bedingung des Bewusstseins überhaupt, so sind es die Sinnesorgane in Bezug auf seinen besondern Inhalt: Vorstellungen und Gefühle. Die Sensibilität bedingt die Empfin-

dung eines Aeussern im Gegensatze zum Innern; die Sinnesorgane bedingen die Wahrnehmung des Besondern im Gegensatze zum Allgemeinen.

Der Begriff „Sinnenleben“ umfasst also das thierische Bewusstsein in seiner Totalität.

Drittes Capitel.

Sinnesfunction im Allgemeinen.

Das Sinnenleben des Menschen ist die thierische Seite seiner Existenz. Die wissenschaftliche Betrachtung desselben muss daher von Allem abstrahiren, was die Stufe des animalischen Bewusstseins überschreitet, also von der Erkenntniss des Unendlichen, des Absoluten: dem Begriff mit seiner Entwicklung zu Urtheil und Schluss. Das Verhältniss des geistigen Lebens zum sinnlichen, ihr wesentlicher Zusammenhang, ihre Wechselwirkung, gehört in das Gebiet der Psychologie. Um zu dem Punkte zu gelangen, wo die geistige Potenz der Abstraction beginnt, um die Gränze des sinnlichen Bewusstseins zu bestimmen und seinen Inhalt zu finden, war es nöthig, das animalische Leben an und für sich zu erfassen, den Begriff „Thier“ in seinem Gegensatze zu Pflanze und Mensch festzustellen.

Wir fanden als Anfangspunkt animalischen Bewusstseins die Unterscheidung eines Aussendinges von dem Unterscheidenden selbst; ohne jedoch diesem letzteren wirkliche Subjectivität zuzuerkennen, d. i. die Fähigkeit, sich selbst anzuschauen und zu bestimmen.

Die Culmination animalischen Bewusstseins fanden wir als endliche Vorstellung und setzten als concrete Bedingung seiner Gesammtthätigkeit die Organe der Sensibilität.

Ehe wir zur Betrachtung ihrer besondern Functionen übergehen, haben wir zu untersuchen, wie dieser Gegensatz zwischen Aeusserem und Innerem, zwischen Vorgestelltem und Vorstellendem im animalischen Bewusstsein zu Stande komme. Es versteht sich von selbst, dass hier nicht von der Entwicklung abstracter Antithesen, wie Innenwelt und Aussenwelt, Subjectivität und Objectivität, die Rede ist. Es soll gezeigt werden, wie dem Bewusstsein durch die Energie der Sensibilität ein Aeusseres als solches eingebildet wird.

Das Nervensystem, als leitendes Princip, ist streng genommen das alleinige Object aller Wahrnehmung. Das Aussending, als solches, wird an und für sich nicht wahrgenommen, sondern nur die Reaction des betreffenden Organes der Sensibilität auf irgend eine Reizung. Hiernach müsste, wie es scheint, jedes Ding als ein Inneres zum Bewusstsein gelangen. Allein wir nehmen am Thiere ein selbstständiges Verhalten wahr, je nachdem die einwirkenden Reize wohlthätige sind, oder feindliche, indem es jene sucht, diese meidet; wir müssen ihm also die Erkenntniss zuschreiben, dass diese Reize etwas von ihm selbst Unabhängiges, mithin Aeusseres sind. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass diese Erkenntniss auf der Stufe endlicher Vorstellung stehen bleibt.

Jenes Meiden aber des feindlichen, jenes Suchen des wohlthätigen Reizes ist die emanente Thätigkeit

des thierischen Bewusstseins, die willkührliche Bewegung. Auf ihr beruht die Möglichkeit, Lebenserscheinungen der Sensibilität, nach dem Grunde ihres Entstehens, als Reactionen auf äussere Reize, oder durch Selbstthätigkeit des Organismus hervorgerufen, zu unterscheiden. Denn was von diesem selbst ausgeht, wird auch in seiner Abhängigkeit von ihm wahrgenommen, weil das Bewusstsein sich der eigenen Thätigkeit des Organismus nicht entziehen kann. Das Thier aber unterscheidet keinen Dualismus in sich selbst; sein Organismus ist ihm daher ein Inneres.

Alle sinnliche Wahrnehmung ist überhaupt auf emanente Existenz des Bewusstseins gegründet, d. h. auf selbstständige Thätigkeit desselben nach Aussen. Soll also irgend eine Vorstellung zu Stande kommen — und dies geschieht ja nur durch Unterscheidung der Reize, welche von Aussen her auf die Sensibilität einwirken, in ihrer Besonderheit — so muss die Selbstthätigkeit des Bewusstseins, welche jene Unterscheidung bedingt, nothwendig vorher gegangen sein. Das Verhalten des Bewusstseins bei jeder sinnlichen Wahrnehmung ist daher nicht blos passives Empfangen äusserer Eindrücke — dies wäre nur Empfinden — sondern, damit das Aussending zur abgeschlossenen Vorstellung werde, ist ein actives Verhalten des Bewusstseins nöthig, welches sich auf der Stufe animalischen, rein sinnlichen Lebens nur durch willkührliche Bewegung manifestiren kann. Durch die Erzeugung einer Vorstellung wird der Leitungsact der Sensibilität für das Bewusstsein abgeschlossen. Das Vorstellungsvermögen ist daher die innere Bedingung, ohne welche ein Sinnenleben nicht gedacht werden kann.

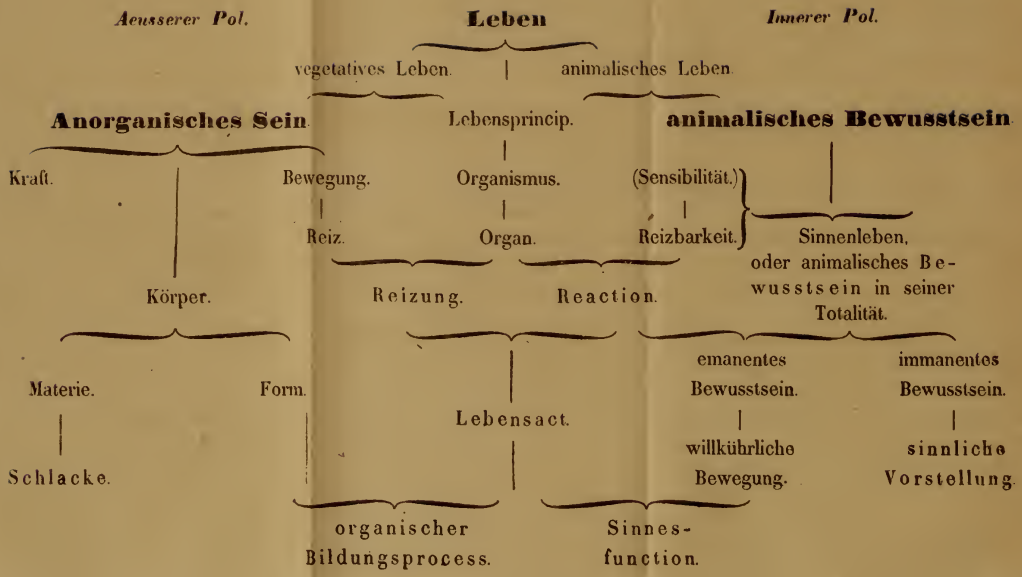
Die Vollendung eines Lebensactes *) auf der Stufe des animalischen Seins geschieht in der Sinnesfunction. Ihr Resultat für das Bewusstsein selbst ist die endliche Vorstellung.

Die allgemeine Wahrnehmung des Reizungszustandes der Sensibilität, das Sinnenleben in seiner Totalität, verhält sich zur Sinnesfunction, wie die Lebensthätigkeit der Sensibilität überhaupt zu der ihrer einzelnen Organe, der Sinne: wie des Allgemeinen zum Besondern.

Zur übersichtlichen Entwickelung dieser Begriffe in ihren wechselseitigen Verhältnissen diene folgendes Schema:

---

*) Siehe Pag. 17.


Aeusserer Pol.
Leben
Innerer Pol.
vegetatives Leben.
animalisches Leben.
Anorganisches Sein.
Lebensprincip.
animalisches Bewusstsein.
Kraft.
Bewegung.
Organismus.
(Sensibilität.)
Reiz.
Organ.
Reizbarkeit.
Sinnenleben, oder animalisches Bewusstsein in seiner Totalität.
Körper.
Reizung.
Reaction.
Materie.
Form.
Lebensact.
emanentes Bewusstsein.
immanentes Bewusstsein.
Schlacke.
willkührliche Bewegung.
sinnliche Vorstellung.
organischer Bildungsprocess.
Sinnes-function.

Der Zweck dieser Tafel ist die genetische Erklärung des Begriffes „Sinnesfunction“ aus dem allgemeinen Begriffe Leben. Nach Analogie eines aetiologischen Schema's der chemischen Analysis sind hier die Begriffe nach Gattung und Art zersetzt; sie neutralisiren sich und werden verbunden, nachdem ihr Inhalt es bedingt.

Bringen wir mit dem Begriffe Leben den für unsern Standpunkt absoluten Gegensatz von animalischem Bewusstsein und anorganischem Sein in Verbindung, so entstehen uns die Begriffe vegetatives und animalisches Leben von selbst. Beiden gemeinschaftlich ist das Lebensprincip, welches als Organismus, als Organ zur Erscheinung kommt. Am äusseren Pole entsteht durch Reiz, als entbundene Kraft, als materielle Bewegung: Reizung; am innern, bedingt durch allgemeine Reizbarkeit *) (incitabilitas), Reaction. Dies sind die beiden Factoren des Lebensactes. Das animalische Bewusstsein in Verbindung mit Reizbarkeit, welche jetzt als Sensibilität auftritt, bedingt das Sinnenleben. Die Reaction des Bewusstseins ist als seine Selbstthätigkeit nach Aussen anzusehen, die willkührliche Bewegung, welche durch jene Reizung hervorgerufen worden. Diese bedingt alsdann ihrerseits, als emanentes Bewusstsein, die Vollendung eines Lebensactes im Sinnenleben, welches die Sinnesfunction ist. Für das emanente

*) Anmerk. Hier ist nicht blos die Irritabilität, Reizbarkeit der Muskelfaser, gemeint, sondern die allgemeine Eigenschaft der Reactionsfähigkeit, wodurch alles Leben Erscheinung gewinnt. (Siehe oben, pag. 24.)

Bewusstsein wird gleichzeitig die sinnliche Vorstellung erzeugt.

Auf der Stufe des vegetativen Lebens erhält der Lebensact seine Vollendung in der emanenten Existenz des Körperlichen, in der Form. Die Organische Bildung ist die Vollendung des vegetativen, wie die Sinnesfunction die des animalischen Lebens ist. Diese erzeugt am innern Pole die sinnliche Vorstellung, jene stösst am äussern die todte Materie als Schlake aus.

Ehe wir zu der Anwendung des bisher Gefundenen auf die einzelnen Sinne übergehen, bleibt uns noch die Untersuchung des Verhältnisses der willkührlichen Bewegung zur erzeugten, endlichen Vorstellung: des emanenten Bewusstseins zum immanenten übrig.

Ist Bewegung überhaupt das Medium, durch welches ein Reizungszustand der Sensibilität als Wirkung einer äussern Ursache erkannt wird, so muss jeder Sinnes-Wahrnehmung bewusste, und zwar willkührliche Bewegung zum Grunde liegen. Die vollendete Bewegung, d. i. der Bewegungsact, bestimmt das Aussending als ein endlich Materielles, als Körper, er weiset ihm seine Stelle an in der Aussenwelt, im Raume. So wird das Einzelne vom Allgemeinen, von der Summe aller den Raum erfüllenden Wesen gesondert. Die Vorstellung von der Räumlichkeit eines Dinges ist also die Basis aller übrigen. In ihrer Vollendung ist sie die quantitative Bestimmung der allgemeinen Empfindung jenes Gegensatzes von Aussen und Innen, der Grundbedingung des Bewusstseins, überhaupt. Ihre concrete Bedingung ist aber die willkührliche Bewegung, ohne welche weder die Vorstellung der Oertlichkeit, noch im Allgemeinen die des Raumes denkbar ist.

Alle Vorstellungen, in so fern sie die Räumlichkeit der Dinge erfassen, zerfallen nach den drei Kategorien der Quantität, wie sie Kant für das Urtheil aufgestellt: Einheit, Vielheit, Allheit.

Mit der Wahrnehmung der räumlichen, d. i. quantitativen Existenz eines Aussendinges, ist aber die Vorstellung von demselben keineswegs vollendet. Sie bedingt nur die Erkenntniss seiner Aeusserlichkeit im Gegensatze zum Erkennenden selbst. Da aber die materielle Existenz der Dinge, d. h. ihre Undurchdringlichkeit im Raume, selbst in verschiedenen Modificationen (als besondere Qualitäten) wahrgenommen wird, so begreift jede Vorstellung ausser der quantitativen auch die qualitative Anschauung in sich. Diese letztere nun ist bedingt durch die specielle Energie jedes besondern Sinnes.

Die sinnliche Anschauung der Qualität ist ebenfalls eine dreifache, nach den Kategorien der Realität, Negation, Limitation. Es muss hier jedoch die abstracte Qualität von der concreten unterschieden werden. Erstere ist das endliche Urtheil der Realität, Negation und Limitation; letztere bedeutet den zum Grunde liegenden, sinnlich wahrnehmbaren Zustand der Materie. Die drei Kategorien der Qualität entsprechen den Begriffen: Satz, Gegensatz und Vermittelung, welche wir auf die materielle Existenz selbst anwenden wollen *).

Die Bezeichnung der Materie als Undurchdringli-

*) Anmerk. Die Ausdrücke: Thesis, Antithesis, Synthesis giebt Krause durch die deutschen Worte Satzheit, Gegenheit, Vereinsatzheit (principium syntheseos); siehe dessen System der Philos. pag. 265 ff.

ches im Raume ist eine rein empirische, hervorgegangen aus der Erfahrung, dass in den schon erfüllten Raum nichts mehr eindringen könne. Die Qualität der Undurchdringlichkeit, d. h. die Art der Raumerfüllung, ist der jedesmalige Aggregationszustand der Materie. Auf der Wahrnehmung desselben muss also alle qualitative, endliche Anschauung beruhen. Wir werden sehen, dass die besondern Sinne den Kategorien der Qualität wirklich entsprechen.

Die Kategorie der Realität des Aggregationszustandes begreift die Vorstellungen des Festen, des Flüssigen, des Spröden, des Biegsamen etc. Die Wahrnehmung der entsprechenden concreten Zustände geschieht durch den Tastsinn.

Die Negation des Aggregationszustandes fassen wir als positiven Gegensatz seiner Realität: als Verflüssigung des Festen, als Verflüchtigung des Festen oder Tropfbarflüssigen. — Ersteres bedingt die Function des Geschmacks, letzteres die des Geruchs. Denn was nicht verflüssigt wird im Speichel, oder nicht als gasförmiger Körper mit der Schleimhaut der Nase in Berührung kommt, wird nicht geschmeckt, nicht als Geruch empfunden. Es kann nun das Flüssige und selbst das Flüchtige (wenn es nicht allzusehr verflüchtigt ist), wiederum als Realität wahrgenommen werden, als positiver Aggregationszustand der Materie; es kann dessen Raumerfüllung, dessen Widerstand zur Empfindung gelangen: eine Wahrnehmung, die dem Tastsinne angehört. Wird es dagegen als positiver Gegensatz seiner Realität, als Verflüssigtes, Verflüchtigtes an und für sich wahrgenommen, so gehören die erzeugten Vorstellungen dem Geschmacks- und Geruchssinne an.

Die dritte Kategorie der Qualität ist die Limitation, oder Beschränkung. Sie bedeutet, dass einem Urtheile weder seine ganze Realität zukomme, noch dass sie vollständig negirt werde. Wenden wir dies ebenfalls auf den Aggregationszustand an, so besteht die concrete Limitation seiner vollendeten Realität darin, dass ein Zustand vorhanden, der sowohl diese, als ihre Negation zur Erscheinung bringt, also die reale Vermittelung beider ist. Ein solcher Zustand entsteht für die sinnliche Anschauung, wenn der concrete Gegensatz der Realität, also ihre concrete Negation mit der Realität fortwährend so schnell abwechselt, dass weder diese, noch jene als solche erkannt werden mögen, sondern, dass beide zugleich vorhanden zu sein scheinen. Der Gegensatz, durch welchen dieser Wechsel zur wirklichen Erscheinung kommt, ist zugleich bedingt durch die Wesenheit aller Raumerfüllung überhaupt, es ist die Verdichtung und Verdünnung der Materie. Auf einen gegebenen Stoss entsteht nämlich in jedem Körper Verdichtung seiner Masse, welcher augenblicklich eine Verdünnung folgt. Dieser Wechsel kann nun vermöge der Elasticität der Materie, d. i. ihrer Mittheilungsfähigkeit einer Bewegung in sich, gleichmässig fortrücken: es entsteht Vibration, Schwingung. Ihre Form ist die Welle. Sie heisst Schallwelle, wenn die Schwingungen hörbar sind, Lichtwelle, wenn sie durch den Gesichtssinn, als dessen ausschliessliches Object, zum Bewusstsein gelangen. Erstere kann in jedem durch den Tastsinn wahrnehmbaren Körper entstehen; ihre Intensität richtet sich nach Stoss, Volumen und Elasticität des Körpers. Die Lichtwelle dagegen ist nur in dem Einen Medium, welches

wir Aether nennen, möglich, einem Stoffe, von welchem wir allerdings nur durch den Gesichtssinn Kunde haben, auf dessen Dasein jedoch die Fortpflanzung des Lichtes ausser unsrer Atmosphäre sicher schliessen lässt.

Wir finden also die einzelnen Sinne den Qualitäten des materiellen Daseins vollkommen entsprechend, daher sie in ihrer Totalität der Inbegriff aller endlichen, qualitativen Wahrnehmungen sind. Die also erzeugten Vorstellungen enthalten die qualitative Bestimmung der Empfindung des Gegensatzes von Aussen und Innen, wie die aus willkührlicher Bewegung entstandenen Vorstellungen denselben quantitativ bestimmten.

Der Tastsinn überzeugt uns von den Realitäten des Aggregationszustandes. Durch Geschmack und Geruch erhalten wir Vorstellungen, welche auf Wahrnehmung des in concreto negirten Aggregationszustandes der Materie basirt sind. Gehör und Gesicht nehmen die concrete Limitation ihrer Realität wahr, nämlich das isochronische Vorhandensein der erhöhten Dichtigkeit und deren Negation, Verdünnung, Aufhebung der Aggregation.

Die Geschmacks- und Geruchsempfindungen sind so ähnlich, dass sie oft kaum unterschieden werden. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der Verwandschaft ihrer Objecte; sie sind Sinne Einer Qualität. Gehör und Gesicht, obgleich sie ebenfalls derselben Qualität angehören, weichen darum in ihren Wahrnehmungen so bedeutend von einander ab, weil das Mittel, worin die Lichtwelle erzeugt wird, alle Materie, die der Schallwelle fähig ist, an Feinheit unendlich übertrifft. Man hat daher lange gezweifelt, ob der

Aether ein widerstehendes Mittel sei, und also das Licht Zeit habe. Seitdem man jedoch die Entdeckung gemacht, dass die Verfinsterung der Jupiterstrabanten um so später sichtbar wird, je weiter dieser Planet von uns entfernt ist, darf man nicht mehr zweifeln, dass die Bewegung des Lichtes durch die Widerstandskraft des Mittels, in welchem sie statt findet, retardirt werde. Der Aether ist also wirkliche Materie, aber von solcher Feinheit, dass seine Existenz nur durch den höchsten Sinn wahrgenommen wird.

Die allgemeine Betrachtung des Sinnenlebens liess uns in der Sinnesfunction die Vollendung eines Lebensactes auf der Stufe animalischen Seins finden. Auf Reizung und Reaction der Sensibilität, welches eben der animalische Lebensact ist, beruht überhaupt alle endliche Anschauung, d. i. alle auf Selbstthätigkeit des Bewusstseins gegründete Wahrnehmung des Endlichen. Der Lebensact ist für das Bewusstsein erst vollendet, wenn er dessen Selbstthätigkeit hervorgerufen. Wir können also den Begriff Sinnesfunction in folgender Weise definiren: als endliche Bestimmung des (animalischen) Bewusstseins durch Anschauung des Endlichen.

Man sieht hieraus, dass das Bewusstsein zwar durch eigene Thätigkeit bestimmt wird, nämlich durch die Anschauung des Endlichen; aber diese Thätigkeit ist eine von Aussen bedingte. Wir haben schon oben gesehen, dass das Anschauende vom Angeschauten wohl getrennt wird im animalischen Bewusstsein, dass aber die Thätigkeit des Anschauens selbst keineswegs angeschaut werden mag. So ist es hier. Das Bewusstsein erhält durch die Thätigkeit des Anschauens

seine Bestimmung, ohne dieser Thätigkeit selbst inne zu werden. Wäre dies möglich auf der Stufe sinnlichen Bewusstseins, so gäbe es hier zugleich eine Selbstschauung, Bestimmung des Bewusstseins durch unbedingte Thätigkeit desselben; wir müssten dem Thiere Selbstbestimmung zuschreiben. Seine Anschauung ist jedoch eine durchaus bedingte, sie ist abhängig von Reizen, welche die Sensibilität treffen, daher auch die Selbstthätigkeit des animalischen Bewusstseins auf der Stufe sinnlicher Wahrnehmung stehen bleibt.

Weil nun alle sinnliche Wahrnehmung*) durch emanente Thätigkeit des Bewusstseins vollendet wird, so muss durch dieselbe nothwendig eine sinnliche Vorstellung erzeugt werden. Ohne Vorstellung keine Sinnesfunction, so wie jene nicht ohne diese zu Stande kommt. Das emanente Bewusstsein aber ist willkührliche Bewegung; es muss daher diese letztere alle und jede Sinnesfunction begleiten. Eine nähere Betrachtung der Sinnesorgane wird den empirischen Beweis dieses a priori gefundenen Satzes vollenden.

Es ist eine anatomisch begründete Thatsache, dass jedem Sinnesorgane entsprechende Bewegungsorgane zugegeben sind. Von allen Sinnen lässt sich nachweisen, dass in ihren Functionen bestimmte Bewegungen vorkommen, und zwar um so evidenter, je thätiger das Bewusstsein ist. Wir nennen diese wahrnehmbare Thätigkeit des Bewusstseins Aufmerken, als dessen Modificationen die besondern Ausdrücke: horchen, hinsehen, hintasten etc. anzusehen sind. Auf theoretischem Wege haben wir die Bewegung als

*) Ja nicht zu verwechseln mit blossem Empfinden.

die Bedingniss der Räumlichkeitswahrnehmung gefunden, und diese letztere als wesentliches Moment jeder Vorstellung. Es ist daher nöthig, den Antheil nachzuweisen, welchen die willkührliche Bewegung an der Function jedes besondern Sinnes hat, und wie durch sie allein die Vorstellung des Räumlichen sich den einzelnen Sinneswahrnehmungen verbindet.

Vorher muss jedoch das Verhältniss der Empfindung zur vollendeten Vorstellung näher bestimmt werden.

Die Fähigkeit, des Reizungszustandes der Sensibilität mit ihren quantitativen und qualitativen Abstufungen inne zu werden, ist das animalische Gefühlsvermögen, seine endliche Bestimmung ist das Gefühl. Lust und Schmerz erkannten wir schon als dessen innern Gegensatz, entsprechend dem äussern wohlthätiger und feindlicher Reize. Da alle Wahrnehmung auf ihrer ersten Stufe Empfinden ist, so wird jede sinnliche Vorstellung als Resultat der Wahrnehmung ebenfalls von diesem Gegensatze der Lust und des Schmerzes, des angenehmen und unangenehmen Gefühls abhängen und ihre Qualität erhält durch denselben eine nähere Bestimmung. Diese letztere verhält sich zur ganzen Vorstellung, wie die Accidenz zur Substanz.

So ist die Vorstellung der Farbe eine Qualitätsvorstellung aus dem Gesichtssinne; der Grad ihrer Helligkeit dagegen, der Unterschied von grell und sanft etc., ist Qualität des Empfindens. Ton ist Qualität aus dem Gehörsinne; seine Stärke, sein Wohllaut ist Qualität der Empfindung. Geschmacks- und Geruchsqualitäten erhalten durch die Empfindung des Scharfen, Durchdringenden, im Gegensatz zum Milden,

Faden, ihre nähere Bestimmung. Dasselbe Verhältniss findet bei den qualitativen Vorstellungen aus dem Tastsinne statt: Die Wahrnehmung des Festen und Flüssigen z. B. sind keine Gefühlsqualitäten, sondern concrete Vorstellungen der Realitäten des Aggregationszustandes; wohl aber die Empfindung des Warmen und Kalten. Sie enthält die accidentelle Bestimmung des Festen und Flüssigen *).

Die Vermittelung des Gegensatzes von Angenehm und Unangenehm, von Lust und Unlust, in welchem sich das Gefühlsvermögen bewegt, kann nicht in endlicher Vorstellung zu Stande kommen. Ihre Vollendung ist nur möglich in der Idee des Subject-Objects, zu welcher sich allein die Selbstschauung erhebt. Die Vorstellung dieses Gegensatzes, als eines innern (subjectiv-objectiven) übersteigt die Sphäre des animalischen Bewusstseins. Er ist daher auf dieser Stufe nur als endliches Gefühl denkbar.

Ist nun die allgemeine Empfindung auch in ihrer endlichen Bestimmung als Gefühl an und für sich nicht fähig, Vorstellungen zu erzeugen, so folgt, dass sie mit der Raum-Vorstellung, welche als rein quantitative Anschauung, ausser der Sphäre alles Gefühles liegt, ebenfalls nichts zu schaffen hat. Es ist daher falsch, wenn von der Empfindung der Ausdeh-

*) Anm. Die vollendete Vorstellung enthält als solche auch schon das Moment der Räumlichkeit, weil sie ohne dasselbe nicht als ein Besonderes erscheinen würde. Bei der speciellen Betrachtung der Gesichtsfunction wird sich dies noch deutlicher herausstellen. Im Gefühle an sich ist dagegen das Moment der Räumlichkeit nicht als ein Wesentliches enthalten. Schmerz und Lust können unabhängig von der Raumvorstellung bestehen.

nung des eigenen Körpers im Raume gesprochen wird. Nur durch die vollendete Bewegung wird der Ort eines Dinges, also auch jedes Theils im Organismus selbst, gefunden; nur durch die vollendete Bewegung erhält jede concrete Vorstellung ihre Beziehung zum Raume. Wäre die Bewegung nicht möglich, so gäbe es für das Bewusstsein keine Veränderung im Raume, keinen Ort, mithin überhaupt kein Aeusseres, wie auch schon oben gezeigt worden.

Je inniger die Verbindung der Bewegungsorgane mit einem Sinne ist, je geschickter ist derselbe zur Wahrnehmung des Räumlichen. Am bedeutendsten finden wir dieselbe im Tastsinne. Anatomie und Physiologie belehren uns, dass die Organe dieses Sinnes, die sensiblen Nervenfasern, überall mit den Leit-Organen der Bewegung, den Fasern der motorischen Nerven eng verbunden sind, so dass die Functionen der einen isochronisch mit denen der andern zum Centralorgane gelangen können. Ja, so innig ist diese Verbindung auch in dynamischer Hinsicht, dass, wie Marshal Hall gezeigt hat, Reizung eines Empfindungsnerven dem Bewegungsnerven und umgekehrt mitgetheilt kann werden. Die Vorstellungen aus dem Tastsinne erhalten daher ihre quantitative, d. i. räumliche Bestimmung, am unmittelbarsten. Die Selbstthätigkeit des Bewusstseins, welche Reactionen des Bewegungsnerven hervor rief, bedingte zugleich Reizung des sensibeln Nerven: Die Reaction beider ist die vollendete Function des Tastsinnes. Da bei jeder Bewegung der Widerstand des bewegten Körpers empfunden wird, und ersterer im directen Verhältniss zu dem Aggregationszustande des letz-

tern steht, so ist Bewusstwerden der Bewegung ohne gleichzeitige Wahrnehmungen des Tastsinnes nicht denkbar, wie die Functionen des letztern nicht ohne Bewegung zu Stande kommen. Daher geschieht es, dass die empirische Anschauung beide identificirt.

Die Organe des Geschmacks und Geruchs, in ihrer Gesammtheit als Mund- und Nasenhöhle sich darstellend, besitzen sowohl sensible als motorische Nerven neben dem besondern Sinnesnerv. Es kommt hier nicht darauf an, ob der nervus hypoglossus, ob der ramus lingualis q. p. der Geschmacksnerve ist, oder ob selbst der nervus glossopharyngeus Antheil an dieser Function hat. Gewiss ist, dass alle 3 Nervengattungen in der Zunge und dem Gaumen vertreten sind. Die Nase hat ihren Sinnesnerv im nerv. olfactorius, ihre sensibeln und motorischen Nerven in Zweigen des n. trigeminus und facialis. Den Functionen dieser Sinne verbinden sich also die des Tastsinnes sehr genau. Daher ihre Räumlichkeitswahrnehmung sich nach letzterem richtet. Dass aber die willkührliche Bewegung ihre Functionen zur Vollendung bringt, erhellet aus den saugenden Bewegungen der Zunge und Lippen beim Schmecken, der verstärkten Inspiration beim Riechen.

Je ausgebildeter das äussere Gehörorgan, je deutlicher lässt sich der Antheil willkührlicher Bewegung an der Vollendung der Sinnesfunction erkennen. Das sogenannte Ohrenspitzen *) beim Pferde, Hunde, dem

*) Anmerk. Bewegung des äussern Ohres vermittelst der m. tragic. und antitragic. finden sich auch beim Menschen. Joh. Müller a. a. O.

Wilde ist Zeichen erhöhten Aufmerkens, des Horchens. Den Muskeln der Gehörknöchelchen (m. tensor timpani u. stapedius) muss aus anatomischen und physiologischen Gründen ebenfalls willkührliche Bewegung und also wesentlicher Antheil an der Vollendung der Gehörfunction zugeschrieben werden. Die ihnen eigenthümliche Bildung der willkührlichen Muskeln (Querstreifen der primitiven Bündel), die Beobachtung vieler Physiologen, dass ohne die bekannten Mittel des Niederschluckens, der In- und Exspiration, willkührlich ein knirschendes Geräusch im Ohre erregt werden kann, welches für einen Andern zugleich hörbar ist, berechtigt zu der Annahme, dass jenen Muskeln, namentlich dem sogenannten Spanner des Trommelfelles, willkührliche Bewegung zukomme *). Die Räumlichkeitsbestimmung der Vorstellungen aus dem Gehörsinne ist der concreten Qualität seines Objectes nach nur auf die Richtung beschränkt, in welcher die Schallwellen auf das Ohr eindringen. Da sich nun ihre Richtung durch jedes Hinderniss leicht verändert, so ist klar, dass die Wahrnehmungen dieses Sinnes nur sehr unbestimmte Vorstellung des Oertlichen zu erzeugen vermögen.

Nächst dem Tastsinne ist der Gesichtssinn am geschicktesten, die Raumvorstellung zu erzeugen. Vermöge der Natur seines Objectes, der unendlich schnellen Bewegung der Lichtwelle, wird die Ortsbestimmung des äussern Reizes — eines leuchtenden Punktes, dessen Strahlen das Auge treffen — um Vieles einfacher, als beim vorigen Sinne. Die Bewegungsorgane des Auges sind in hohem Grade ausgebildet.

*) Siehe Müller's Phys. Bd. II. pag. 439.

JAN 28 1919
LIBRARY

Sechs Muskeln bewegen den Augapfel rotirend in jeder Richtung; durch die Stellung der Gesichtsfläche, ja des ganzen Körpers, wird die Function dieses Sinnes viel wirksamer unterstützt, als bei jenem der Fall sein kann. Sie ist für die Anschauung des Räumlichen die bedeutendste im gesammten Sinnenleben. Denn ihre reproducirte Vorstellung eignet sich selbst andern Sinnen entsprungene Wahrnehmungen an und vereiniget dieselben zu Einem Ganzen; ihre Vorstellung wird daher ein Bild κατ' ἐξοχὴν genannt: die Totalität aller qualitativen und quantitativen Bestimmungen eines angeschauten Dinges der Aussenwelt. So beherrscht das belebte Sehorgan im weiten Gebiete des gesammten Sinnenlebens das grösste Feld.

Kehren wir mit diesen besondern Anschauungen bereichert zu dem allgemeinen Standpunkte zurück, von welchem aus wir das Sinnenleben zu betrachten angefangen, so stellt sich uns die Sinnesfunction als die volle Energie des animalischen Lebens dar. Wie der Gedanke die vollendete Energie des Geistes, so ist die reale, sinnliche Vorstellung die Energie des animalischen Bewusstseins. Der Begriff, als vollendeter Gedanke, verhält sich zur sinnlichen Vorstellung, wie diese zur Materie, welche in ihr nach Quantität und Qualität dem Bewusstsein eingebildet worden. Der Stoff ist, um mit Aristoteles zu reden, ihre δύναμις, ihre reale Möglichkeit *); sie selbst dagegen ist wiederum die δύναμις

*) Der Ausdruck δύναμις bezeichnet bei Aristoteles die Möglichkeit, den Stoff, an welchem sich das Formgebende, die ἐντελέχεια oder ἐνέργεια vollendet. Siehe Trendelenburg Aristot. de Anima pag. 295 ff. Jen. 1833.

des Gedankens *). In der vollendeten Sinnesfunction ist die qualitative Wahrnehmung nur Ein Element; das andere ist die Quantitätsbestimmung, auf welcher die Anschauung des Räumlichen beruht. Dieser zwiefachen Potenz, durch welche sich die Sinnesfunction vollendet, entspricht ein gleicher Dualismus im Organe selbst: der Sinnesnerv, als Leiter der Qualitätsperception, und die Bewegungsorgane, als Vermittler der Raumvorstellung. Die Thätigkeit des Sinnesnerven allein bedingt nur Empfindung, welche an und für sich in endlicher Vollendung Gefühl ist, aber keineswegs schon die Vorstellung selbst. Seine vollendete Energie ist die Leitung des Reizungszustandes, in welchen er versetzt worden, zum Bewusstsein. Die materielle Möglichkeit — die δύναμις seiner ἐντελέχεια — ist diejenige Qualität der Materie, welcher jener Reizungszustand vollkommen entspricht. So wird ein mechanischer, electrischer Reiz durch den Gehörnerven als Ton, durch den Gesichtsnerven als Licht empfunden. Der Reizungszustand ist qualitativ immer ein und derselbe; die aus ihm entspringende Vorstellung gehört daher immer nur Einer Qualität materieller Existenz an, der Reiz mag sein, welcher er wolle. Denn dieser letztere wird an und für sich nicht empfunden, sondern der Reizungszustand der Sensibilität; seine Bestimmung als ein Aeusseres, vom Organismus Unabhängiges, geschieht durch die quantitative Anschauung, vermittelt durch willkührliche Bewegung. Die Energie des Sinnesnerven

*) Aristot. de anima II. 1; ἔστι δ' ἡ μὲν ὕλη δύναμις, τὸ δ' εἶδος ἐντελέχεια, καὶ τοῦτο διχῶς, τὸ μὲν ὡς ἐπιστήμη, τὸ δὲ ὡς θεωρεῖν.

für sich ist die Vermittelung der Qualität. Vereinigt mit der Quantität stellen beide zusammen die Totalität des materiellen Seins jedes Wesens dar, und erhalten in der vollendeten Vorstellung, deren vollständige δύναμις sie sind, ihre reale Vermittelung.

Die Räumlichkeitswahrnehmung durch die Thätigkeit des Sinnesnerven an und für sich muss daher als ein Undenkbares, mithin Unmögliches zurück gewiesen werden. Ihre Annahme widerspricht der Idee des Raumes überhaupt. Denn die Raumvorstellung, welche auch dem animalischen Bewusstsein zugänglich, entspringt allein aus dessen Selbstthätigkeit in willkührlicher Bewegung, und nur von dieser aus kann ihre subjective Vermittelung zu Stande kommen.

Es sei mir erlaubt, als Schluss dieser allgemeinen Betrachtung noch einen Ausspruch des Stagiriten anzuführen, welcher im ersten Kapitel des dritten seiner Bücher von der Seele vorkommt: Dort heisst es nämlich:

„Es kann unmöglich ein eigenthümliches Sinneswerkzeug (αἰσθητήριόν τι ἴδιον für das Gemeinschaftliche (τὰ κοινὰ) geben, was wir in jeder Empfindung als Accidenz (κατὰ συμβεβηκὸς) wahrnehmen, wie für Bewegung, Stillstand, Gestalt, Ausdehnung, Zahl Eins; denn dies Alles nehmen wir durch Bewegung wahr: so, die Ausdehnung durch Bewegung; in gleicher Weise auch die Gestalt; denn eine Art von Ausdehnung ist die Gestalt; das Ruhende aber durch Nicht-bewegen."

Hierdurch wird alle Perception der Quantität von

der Function der eigentlichen Sinnsubstanz jedes besondern Organes ausgeschlossen. Die Energie eines Sinnesnerven an sich — wenn man diesen von Aristoteles festgestellten Begriff in seinem Sinne anwenden will — umfasst also nur die Qualität der Wahrnehmung. Die volle Energie des gesammten Organes, seine vollendete Function, umfasst dagegen in der vollendeten Vorstellung sowohl Qualität, als Quantität.

Viertes Capitel.

Theorie des Sehens in Bezug zur Raumvorstellung.

Die Reaction des Sehnerven auf irgend einen Reiz bedingt Lichtempfindung. Sein materielles Verhalten ist, wie das der übrigen Nerven, der Beobachtung entrückt. Wir wissen nicht, ob in den einzelnen Fasern die Vibrationen des Aethers sich fortpflanzen, ob die Bewegung in ähnlicher Weise, wie bei einer Reihe von Kugeln, deren Eines Ende einen Stoss erhalten, geleitet werde, oder ob nach Analogie der polarischen Erscheinung das gereizte peripherische Ende eines Nerven den gleichen Zustand am Centralende als nothwendige Reaction hervorrufe, oder endlich, ob gar ein chemischer Process die Lichtempfindung bedinge (Oken). Welche von diesen Hypothesen die wahre sei, ist für unsere Betrachtung vollkommen gleichgültig. Die Erfahrung lehrt, dass die Reaction des Sehnerven, der Reiz sei, welcher Art er wolle, stets als Lichtempfindung zum Bewusstsein komme. Es ist bekannt, dass ein Stoss, ein blosser Druck aufs Auge, nach Verhältniss seiner Stärke, farbige Bilder und Funken erzeugt, dass ein galvanischer Strom blitzartige Feuererscheinungen bewirkt etc. Ja, schon der Andrang des Blu-

tes hat ähnliche Reactionen zur Folge. Ein Beweis, dass das Leitungsvermögen der Sehnerven nur Einer Qualität der materiellen Existenz angehöre, dass sein Reizungszustand für das Bewusstsein Licht ist. Er bringt nicht den Stoss als Stoss, als heftiges Zusammentreffen von zwei Körpern zum Bewusstsein, sondern der Reizungszustand, in welchen er versetzt worden, entspricht vollkommen der Reaction, welchen die Vibrationen des Aethers in ihm zu erzeugen fähig sind. Die sinnliche Vorstellung, welche aus dieser mechanischen Reizung entspringt, wie z. B. das Druckbild, vermittelt für das Bewusstsein keineswegs die Anschauung eines wirklichen Aussendinges, sondern ein dem Organismus Immanentes, der Reizungszustand des Nerven, wird als Aeusseres gesetzt. Dieses scheinbare Aussending wird vom Bewusstsein selbst als solches producirt, bedingt freilich durch die Energie des Organes, in welchem die Reizung statt gefunden. Daher es sich auch allen übrigen Sinnen entzieht. Mit Recht werden solche Gesichtserscheinungen „die subjectiven“ genannt.

Nur vermöge der Perception objectiver Lichtbewegung wird die Anschauung der Aussenwelt im Gesichtssinne vermittelt. Seine wissenschaftliche Erkenntniss umfasst daher einerseits die Gesetze dieser Bewegung, aus welchen sich die Möglichkeiten der Reizung überhaupt ergeben, und anderseits die Erforschung der verschiedenen Reizungszustände des betreffenden Organes selbst. Die Lehre vom Gesichtssinne wird daher bald rein physikalisch, bald physiologisch auftreten, ja sie wird selbst philosophische Fragen zu erörtern haben, wenn ihre Sätze sich vollständig zum wissenschaftlichen Ganzen verbinden sollen.

Eine umfassende Lehre der Gesichtsfunction ist hier nicht beabsichtigt. Wie es überhaupt der Zweck der vorhergegangenen Untersuchung war, den Antheil der willkührlichen Bewegung bei allen Sinnesfunctionen im Allgemeinen nachzuweisen, so liegt hier die besondere Aufgabe vor, dieselbe als den Grund aller Räumlichkeitswahrnehmung durch den Gesichtssinn darzustellen, und aus ihr die Raumvorstellung abzuleiten.

Die subjectiven Gesichtserscheinungen, die Farbenunterscheidungen, werden nur in so fern zur Sprache kommen, als sich mit ihnen die Anschauung des Räumlichen nothwendig verbindet. Ihre Betrachtung, als reine Qualitätsbestimmung, gehört nicht hierher. Wir haben es nur mit der Bewegung des Lichtes und seinem Zusammentreffen mit dem Organismus, und also dem Bewusstsein, zu thun. Wie das letztere stufenweise durch Empfindung und Wahrnehmung zur Vorstellung übergehe, ist in den vorhergehenden Capiteln besprochen worden. Wir fanden, dass ohne Bewegung die Vorstellung der Oertlichkeit, mithin des Raumes, überhaupt nicht möglich sei, und wiesen dies im Allgemeinen bei den einzelnen Sinnen nach, ohne jedoch auf das Besondere einzugehen. Hier sollen nun die Gesetze gefunden werden, nach denen die quantitative Bestimmung des sinnlich Wahrgenommenen, also die Raumvorstellung selbst, zu Stande komme.

Die vollendete Gesichtsfunction, das Sehen, ist die Perception der Lichtbewegung nach ihrer Qualität und Quantität. Erstere umfasst die Farbenunterschiede, letztere die Richtung der Strahlen, d. h. der Linien, welche die Lichtwellen beschreiben. Die blosse Lichtempfindung ist noch kein wirkliches Sehen; dem Be-

wusstsein wird nur ein allgemeiner Reizungszustand überliefert. Zur Vollendung der Function dagegen ist die Selbstthätigkeit des Bewusstseins in willkührlicher Bewegung erforderlich, damit das Besondere im Allgemeinen unterschieden werde.

Gäbe es nämlich keine Unterscheidung der Räumlichkeit des Lichtes, und wäre also die Richtung aller Strahlen für das Auge identisch, so müsste auch die Farbenempfindung für alle Strahlen, welche isochronisch mit dem Nerven zusammentreffen, nur eine Einzige sein. Derselbe Eindruck würde Statt finden, welcher durch den bekannten Farbenkreisel hervorgebracht wird. Es geschieht hier am Objecte, was wir so eben vom Subjecte voraus setzten: die Oertlichkeitsunterscheidung für die verschiedenen Farbensectoren des Kreises hört auf, weil durch die schnelle Bewegung ihre Orte identificirt werden. Hieraus ist ersichtlich, dass jede Gesichtsperception und die daraus erzeugte Vorstellung durch die Unterscheidung der Oertlichkeit erst ihre vollendete Bestimmung erhalte.

Diese Unterscheidung ist bedingt:

1) Durch die isolirte Leitung des Lichtes zum Sehorgan.

2) Durch wesentliche Abhängigkeit der Intensität des Lichtreizes von der Richtung eines Strahles zum Auge.

Die objective Isolirung des Lichtes geschieht auf die einfachste Art, wenn man Licht durch eine kleine Oeffnung in einen übrigens verfinsterten Raum fallen lässt. Von jedem Punkte eines vor der Oeffnung befindlichen leuchtenden Körpers werden Strahlen durch dieselbe fallen und Kegel bilden, deren Spitze ein

leuchtender Punkt, und deren Basis die Oeffnung ist. Lässt man dieselben von einer Fläche reflectiren, so setzen sich die Punkte, wo dies geschieht, in von oben nach unten verkehrter Ordnung als Bild des Gegenstandes zusammen, dessen Deutlichkeit im umgekehrten Verhältniss zur Grösse der Oeffnung und zur Entfernung der auffangenden Fläche steht. Mit der Entfernung des Gegenstandes von der Oeffnung nimmt die Deutlichkeit seines Bildes zu.

Von der Deutlichkeit, d. i. der Schärfe aller abgebildeten Punkte, ist die Helligkeit, die Stärke der Beleuchtung zu unterscheiden. Letztere bedingt den Grad des Lichtreizes, welcher auf der Retina empfunden wird, und darf ihrerseits nicht verwechselt werden mit der objectiven Stärke des Lichtes überhaupt. Denn die subjective Lichtempfindung übertrifft unter gewissen Umständen die objective Stärke des einfallenden Lichtes, welche an und für sich eine geringere Intensität der Reizung bedingen würde. Dies geschieht besonders dann, wenn zerstreute Lichtstrahlen durch collective Medien wieder in Einen Punkt gesammelt werden. Vermittelst solcher optischen Vorrichtungen kann die Helligkeit und Deutlichkeit vermehrt und vermindert werden, obgleich die objective Lichtstärke dieselbe bleibt.

Wir gewinnen also zur Unterscheidung der besondern Reizungszustände des Sehnerven noch die Momente der Deutlichkeit und Helligkeit. Sie können jedoch, gleich der Farbe, keine vollendete Vorstellung erzeugen, wenn nicht zugleich die Räumlichkeit des Strahles, d. i. seine Richtung, dem Bewusstsein als ein Besonderes übergeben wird. Durch die Isolirung der

Lichtbewegung in oben beschriebener Weise wird diese Richtung objectiv bestimmt. Die kleine Oeffnung, durch welche das Licht auf eine gegenüber liegende Fläche fällt, giebt mit den dort reflectirten Bildern die Richtung, in welcher die entsprechenden Punkte des leuchtenden Gegenstandes liegen müssen *). Hierin ist jedoch die subjective Bestimmung der Oertlichkeit eines Lichtstrahles keineswegs schon mit enthalten. Sie ist nur dann möglich, wenn jene isolirten Strahlen, vermöge ihrer Richtung an und für sich, besondere Reizungszustände des Sehnerven bedingen. Wie dies geschehe, muss sich aus der nähern Betrachtung der Gesichtsfunction nach den beiden Hauptgattungen des Sehorgans ergeben, die wir in ihren Grundzügen kurz angeben.

Alle Verrichtungen, welche im Organismus die Isolirung der Lichtstrahlen bedingen, beruhen dem Princip nach auf der vorher beschriebenen Methode. Diese kann nur nach zwei Grundrichtungen variiren. Entweder die Oeffnung, durch welche das Licht zum Nerven gelangt, wird vervielfältigt und jeder Strahl besonders weiter geführt, oder es bleibt nur Eine Oeffnung, aber die Richtung der einfallenden, sich mehrfach kreuzenden Strahlen wird nach ihrem Durchgange also modificirt, dass die zerstreuten wiederum gesam-

*) Anmerk. Dies gilt allerdings nur, wenn das Medium sein Brechungsverhältniss nicht ändert. Bei fortwährendem Zu- oder Abnehmen desselben beschreibt der Lichtstrahl eine Curve. Dem Beobachter erscheint der Gegenstand in der Tangente an die Curve, wo sie das Auge trifft. So sehen wir wegen der Refraction der Atmosphäre die Gestirne vor ihrem wirklichen Auf-, und nach ihrem wirklichen Untergange.

mehr und die einzelnen Punkte des abgebildeten Gegenstandes so nahe als möglich zusammengerückt werden.

Von der ersten Art sind die zusammengesetzten Augen der Insecten und Crustaceen, denen man nach ihrer Construction den Namen musivische Augen gegeben hat. Es sind sehr kleine, zusammenliegende Pyramiden oder Kegel, deren Spitzen sich in einem kleinen Raume verbinden. Die Basen derselben bilden ihrer Kleinheit wegen eine beinah sphärische Oberfläche; die Wandungen derselben sind mit einem Pigment, dessen Farbe vielfach variirt, überzogen; zur bestimmten Leitung des Strahles dient wahrscheinlich zugleich ein Medium von stärkerem Brechungsvermögen, welches das Innere der Kegel erfüllt. Manche der also gebauten Sehorgane besitzen zu diesem Ende noch kleine Linsen in jedem Kegel nahe an der Hornhaut. Jeder Kegel erhält an seiner Spitze eine Faser des Sehnerven. Die einzelnen Facetten der Cornea haben ebenfalls Convexität und können, obwohl in geringem Maasse, stärkere Brechung verursachen. Die Zahl der Kegel ist selten unter 12—20,000. Das Nähere findet man ausführlich bei J. Müller a. a. O.

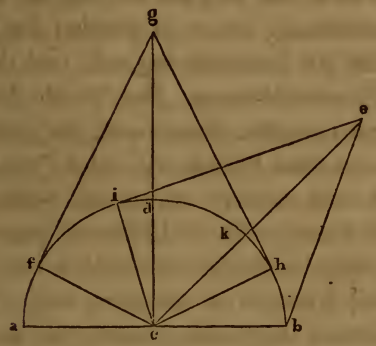
Die zweite Art der Lichtisolirung umfasst alle Sehorgane mit Pupille und ausgebildeten collectiven Medien.

1) Sehen mit musivischen Augen.

Je näher das Kugelsegment, welches die gesammte Oberfläche der facettirten Hornhaut eines musivisch gebildeten Auges darstellt, einer Halbkugel kommt, je grösser ist das übersehbare Gesichtsfeld. Bei elliptischer Gestalt einiger Insecten-Augen hat das Gesichts-

feld eine entsprechende Ausdehnung. Je mehr einzelne Kegel von demselben Punkte Strahlen empfangen, desto grösser ist die Deutlichkeit der Empfindung. Durch die ausserordentliche Feinheit der Kegel ist es möglich, dass selbst von nah gelegenen Punkten durch mehrere unmittelbar zusammenliegende Kegel Strahlen zum Sehnerven gelangen. Dies kann durch das in denselben befindliche Medium erleichtert werden. Denn jeder schief auf die Facette fallende Strahl wird dem Achsenstrahle zugelenkt.

Die grösste Deutlichkeit wird ein leuchtender Punkt hervorbringen, welcher einen Achsenstrahl senkrecht auf die mittelste Facette eines musivischen Auges wirft.



Beweis. In beistehender Figur sei der Halbkreis a d b der horizontale Durchschnitt eines musivischen Auges; g sei ein leuchtender Punkt, g c ein Achsenstrahl, senkrecht auf die Gerade a b (mithin auf die Tangente an d, welche in der Ebene der mittelsten Facette liegen muss), g f und g h seine Tangenten von

g aus an den Kreis a d b. Innerhalb des Winkels f g h müssen also die Strahlen sich befinden, welche überhaupt noch percipirt werden können. Nun sei e gleichfalls ein leuchtender Punkt, in gleicher Entfernung von c, wie g. Es werden seine äussersten Strahlen e i und c b nur dann einen eben so grossen Bogen von a d b einschliessen, als g f und g h, wenn sie, wie jene, Tangenten sind. In diesem Falle müsste e b senkrecht auf a b sein. Nach leicht zu findenden geometrischen Folgerungen wäre alsdann der Bogen i d b = f d h, und es würden die Punkte g und e mit gleicher Deutlichkeit gesehen. Dies gilt für alle Punkte, welche in einem von c mit g c beschriebenen Kreisbogen liegen, der durch den Punkt g gehälftet wird und zu seinem Maasse den doppelten Winkel h c b oder f c a hat. — Läge der Punkt g in unendlicher Entfernung von c, so würden die Tangentalstrahlen g f und g h Parallellinien sein und den ganzen Halbkreis a d b einschliessen. Der Werth des Winkels h c b würde = o, mithin kleiner sein, als jede sichtbare Abweichung von dem Strahle c g. Der Punkt e, ebenfalls unendlich weit entfernt, würde mit seinen Tangentalstrahlen den Bogen a d b — d k einschliessen, d. h. er würde so viel Kegel weniger mit Strahlen versehen können, als in dem Winkel d c k enthalten sind. Da nun in einem musivischen Auge die Grösse a b gegen eine Entfernung von einigen Zollen schon sehr klein ist, so sind die Tangentalstrahlen eines leuchtenden Punktes ebenfalls als Parallellinien anzusehen, besonders, weil ein optischer Punkt niemals ein mathematischer ist, vielmehr immer einige Ausdehnung besitzt. Von diesem gilt alsdann, was von der unendlichen Entfernung gesagt worden. Jeder Lichtkegel, dessen Achsenstrahl

eine merkliche Abweichung von der Richtung eines Strahles g c, macht, welcher auf der Basis oder Facette des mittelsten Kegels senkrecht steht, wird um so viel Facetten weniger berühren, als der Winkel dieser Abweichung in sich fasst.

Bei jeder Stellung des Auges wird also immer Ein Punkt, vermöge seines, dem Auge entsprechenden Lichtkegels, das deutlichste Bild erzeugen; die Richtung seines Achsenstrahles wird sich daher von allen übrigen unterscheiden. Die Winkelbewegung, welche nöthig ist, um jeden Lichtstrahl eines leuchtenden Gegenstandes senkrecht auf die mittelste Facette fallen zu lassen, ergiebt für das Bewusstsein die Grösse des Gesichtswinkels, und somit die sichtbare Flächenausdehnung des Objectes *). Wäre es für das musivische Auge unmöglich, den besondern Strahl seiner Richtung nach aus der Gesammtheit aller einfallenden Lichtes zu sondern, d. h. bedingte die Richtung der Strahlen nicht verschiedene qualitative Empfindung, so würde der Bewegungsact, wie er eben beschrieben, nur die allgemeine Empfindung der Muskelcontraction, nicht aber eine bestimmte Raumvorstellung zum Bewusstsein bringen. Das doppelte Moment aber der besondern Lichtempfindung, verbunden mit dem Bewegungsacte, erzeugt, vermöge der Selbstthätigkeit des Bewusstseins, welche zu dieser Vereinigung erforderlich, sowohl die qualitative als quantitative Vorstellung, und die Gesichtsfunction erhält ihre Vollendung.

Die Untersuchungen über das Sehen mit musivischen Augen können sich nur auf rein theoretischem

*) Anmerk. Bei Insecten mit unbeweglichen Augen muss die Winkelbewegung mit dem ganzen Körper ausgeführt werden.

Boden bewegen, weil uns die Beobachtung, wie das Experiment, auf diesem Felde verschlossen ist. Das einzige Symptom, welches uns über die Raumvorstellung der Insecten und Crustaceen Aufschluss geben kann, ist die Bewegung dieser Thiere. Ihr eigenthümlicher, geradliniger Flug beweist, dass sich dieselben zunächst in der Richtung des deutlichst gesehenen Objectes bewegen.

Die bisher ausgesprochenen Sätze ergeben sich aus der räumlichen, d. i. geometrischen Betrachtung des Gegenstandes, wie er sie seiner Natur nach fordert. Sie sollen zeigen, dass die vom allgemeinen Standpunkte aus gefundenen Principien auch hier ihre Anwendung finden. Die besondern Möglichkeiten der Raumvorstellung werden sich bei der Function dioptrischer Augen mit ausgebildeten collectiven Medien genauer erforschen lassen.

2. Sehen mit Augen, welche ausgebildete collective Medien besitzen.

Für die isolirte Leitung der einzelnen Strahlen zum Sehnerven würde eine Pupille, d. i. eine kleine Oeffnung in der Wandung eines dunkeln Raumes, und die Ausbreitung des Nerven auf der gegenüberliegenden Fläche hinreichen. Ein solcher Apparat könnte allerdings nur sehr ungenaue Lichtperception gewähren. Denn abgesehen von der störenden Einwirkung fremdartiger Reize, wie der Luft etc., müssten die reflectirten Bilder leuchtender Punkte bedeutend von der Ausdehnung eines optischen Punktes abweichen, welcher allein geeignet ist, deutliche Empfindung zu bewirken.

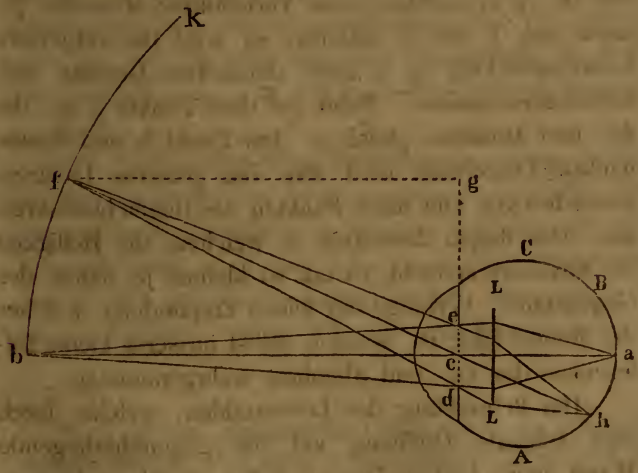
Die Gestalt dieser Bilder auf der Netzhaut würde der Figur der Pupille entsprechen und dieselbe nach Maassgabe der Entfernung beider Wände des Augapfels an Ausdehnung noch übertreffen. So entständen anstatt bestimmt umgränzter Abbildung des ganzen Gegenstandes bei kreisförmiger Pupille lauter kleine Kreise, alle grösser, als die Pupille selbst. Diese würden, wie zu Anfang des Capitels beschrieben worden, das Bild des Objectes in umgekehrter Ordnung zusammensetzen. Da sich diese Kreise theilweise decken müssten, wovon man sich durch das angeführte Experiment ebenfalls überzeugen kann, so wäre durch die Isolirung der Strahlen für das Bewusstsein wenig gewonnen. Diese Unvollkommenheit wird durch die lichtbrechenden Medien des Augapfels gehoben. Sie dienen dazu, die kegelförmig sich ausbreitenden Strahlen, so wie sie durch Cornea und Pupille eingetreten, wieder in Einen Punkt zu sammeln.

Die Erfahrung lehrt, dass jeder Lichtstrahl, sobald er in ein dichteres oder dünneres Medium tritt, von seinem geraden Wege abgelenkt wird, wenn er die Oberfläche dieses Mediums in anderer, als lothrechter Richtung schneidet. Im ersten Falle wird der Winkel, welchen ein Strahl mit dem Einfallslothe macht, kleiner, im zweiten grösser. Da es nun hier darauf ankommt, die Strahlen eines durch die Pupille gehenden Lichtkegels dem Achsenstrahle desselben zuzulenken, und also einen zweiten Kegel (Augenkegel) zu bilden, dessen Spitze der Retina so nahe als möglich liege, musste der Augapfel Medien erhalten, welche dichter, als die atmosphärische Luft, ein grösseres Brechungsvermögen, als diese besitzen. Die Hornhaut, die wäss-

rige Feuchtigkeit, die Krystalllinse, der Glaskörper, welche alle ihr besonderes Refractionsverhältniss zur atmosphärischen Luft haben, bilden den lichtbrechenden Apparat des Auges. Die sphärisch gekrümmte Fläche der Hornhaut, die in gleicher Art gestaltete Linse modificiren die Refraction, wie doppelt convexe Sammelgläser. Alle Strahlen eines Lichtkegels, dessen Basis die Pupille ist, vereinigen sich in grösserer oder geringerer Entfernung hinter der Linse, je nachdem der leuchtende Punkt dem Auge näher oder ferner liegt. Nach ihrer Vereinigung zerstreuen sie sich wieder. Die Deutlichkeit des Sehens hängt von der jedesmaligen Lage des Vereinigungspunktes zur Netzhaut ab. Fällt er mit derselben zusammen, so ist die Deutlichkeit am grössten; liegt er vor. oder hinter derselben, so bildet sich nach Maassgabe seiner Entfernung statt eines Punktes mit scharfen Umrissen ein Zerstreuungskreis von mehr oder weniger grossem Umfange ab. Ohne eine besondere Vorrichtung im Auge, wodurch die Lage der Netzhaut gegen die brechenden Medien verändert werden könnte, würde das deutliche Sehen nur für eine bestimmte Entfernung möglich sein. So wie der Organismus des Auges beschaffen ist, sind wir im Stande, jenen Vereinigungspunkt der einfallenden Strahlen für alle binnen gewissen Gränzen mögliche Entfernungen mit der Retina zusammen fallen zu lassen. Diese Fähigkeit heisst das Accommodationsvermögen. Die organische Bedingung desselben ist noch immer für die Physiologie ein ungelöstes Problem. Hier genügt es, die Thatsache auszusprechen, dass die Accomodation für Nähe und Ferne der Willkür unterworfen ist und nothwendig von der Verän-

derung der relativen Lage optischer Medien des Auges abhängen muss.

Die Unterscheidung des Lichtkegels, dessen Achsenstrahl durch die optische Achse des Auges geht, kommt nach demselben Princip zu Stande, wie bei den musivischen Augen, nur sind die räumlichen Bedingungen umgekehrt. Dort waren viele Oeffnungen, welche die Strahlen eines leuchtenden Punktes empfingen, hier ist nur eine Einzige zur Aufnahme des Lichtes vorhanden. Wir werden sehen, dass die Summe der Strahlen, welche durch die Pupille gelangen, am grössten ist, wenn der Achsenstrahl des einfallenden Kegels auf ihrer Ebene senkrecht steht und also mit der optischen Achse des Auges zusammen fällt.



Es sei a b die verlängerte optische Achse des Auges, d e die Oeffnung der Pupille, L L die brechenden Medien, A B C die Retina. Ist die Accommodation der

Entfernung cb gemäss, so werden die Strahlen eines Kegels, dessen senkrechter Durchschnitt das Dreieck dbe darstellt, in a gesammelt. Alle Punkte, die in einer Kreislinie bfk aus c mit cb beschrieben, gelegen sind, werden bei der Accommodation für c die grösste Deutlichkeit haben, weil die Vereinigungspunkte für ihre Lichtkegel ebenfalls nahe an der Netzhaut ABC befindlich sind. So sammeln sich die Strahlen des Punktes f in h. Ist fg senkrecht auf dg, so hat man Δ bde : bfe = cb : fg, denn Dreiecke von gleicher Basis verhalten sich, wie ihre Höhen. Dasselbe gilt von den Kegeln, deren Durchschnitte sie darstellen. Die Summe der Lichtstrahlen in beiden Dreiecken verhalten sich daher ebenfalls wie bc : fg, und da fg in zunehmendem Verhältnisse abnimmt, je mehr sich f von b entfernt, so wird die subjective Lichtempfindung in h nach demselben Gesetze sich vermindern müssen. Nahe bei dem Punkte b ist die Zu- und Abnahme gleich o. Der Punkt b und dessen nächste Umgebung wird also den grössten Lichtreiz hervorbringen von allen Punkten des Deutlichkeitskreises. Der Bogen desselben, in welchem die Helligkeit ihr Maximum erreicht, ist um so kleiner, je näher der Gegenstand. Vermöge der feinen Empfindung, welcher die Retina fähig ist, werden selbst äusserst kleine Differenzen der Zu- und Abnahme wahrgenommen.

Die Betrachtung der Lichtstrahlen, welche durch eine schmale Oeffnung auf die gegenüberliegende Wand eines dunklen Zimmers fallen, gewähren den empirischen Beweis. Der verkehrt abgebildete Gegenstand hat in seiner Mitte, wo die senkrecht auffallenden Strahlen reflectirt werden, die grösste Helligkeit,

welche nach den Endpunkten hin abnimmt. Ein anderes, leicht anzustellendes Experiment ist folgendes: Man lasse durch ein kleines Loch in einem Kartenblatte die Strahlen einer Lichtflamme senkrecht auf eine nahe an die Karte gehaltene, dunkelfarbige Fläche fallen. Das Lichtbild der Oeffnung wird an Helligkeit, wie an Schärfe der Umrisse abnehmen, wenn man die Karte aus der senkrechten Linie entfernt.

Die Lichtstärke des Strahles ab verliert unter allen übrigen am wenigsten an Intensität, weil er völlig ungebrochen auf die Retina gelangt. Versuche mit Linsen von sehr kleiner Brennweite (Linsen vom Schweine) zeigten bei geringer Abweichung von der Lothrechten schon bemerkbare Verminderung der Deutlichkeit und Helligkeit des reflectirten Bildes *). Nimmt man hinzu, dass die Perceptionsfähigkeit der Retina nach der Iris hin sich allmählig vermindert, so wird die Unterscheidung des Achsenstrahles um so sicherer begründet.

Die Grösse der Winkelbewegung, welche nöthig ist, um die äussersten Strahlen eines leuchtenden Gegenstandes in die Achse zu bringen, bestimmt für das Bewusstsein die sichtbare Grösse (magnitudo apparens **) des gesehenen Gegenstandes, also den Gesichtswinkel. Seine Oeffnung steht im umgekehrten

---

*) Anmerk. Aplanatische Linsen zeigen das Phänomen weniger deutlich, aber doch in hinreichendem Masse, um die zu- und abnehmende Schärfe der Umrisse zu beobachten.

**) Die sichtbare Grösse ist zu unterscheiden von der scheinbaren. Fischer's mech Naturlehre Bd. II. Cap. VIII. § 8.

Verhältniss zur Entfernung des Objectes, und bedingt zugleich die Vorstellung von der sichtbaren Flächenausdehnung desselben. (Die Ausdehnung im Raume, die Körperlichkeit und wirkliche Grösse wird durch die bewusste Bewegung, welche die Function des Tastsinnes vollendet, zum Bewusstsein gebracht.)

Das Bild eines Gegenstandes, von dem wir sagen, er sei durch den Gesichtssinn wahrgenommen, ist das System aller Punkte, für welche die qualitative und quantitative Vorstellung dem Bewusstsein eingebildet worden. Das Moment der Räumlichkeit bestimmt ihn als ein Aeusseres, als ein Object.

Die vom Erwachen des Bewusstseins an fortgesetzte Uebung, durch Winkelbewegung die sichtbare Grösse der Aussendinge zu messen, giebt eine unendliche Reihe von Vorstellungen bestimmter Maasse. Durch Reproduction dieser Grössenvorstellungen wird für einen neuen Fall jedesmal das Maass der nöthigen Bewegung gefunden. Jeder weiss, dass auch ohne Hülfe des Auges ein Gegenstand leicht und sicher ergriffen werden kann, von dessen Ort man sich vorher gewisse Kunde verschafft hat. So führt der Musiker blindlings die nöthigen Griffe aus, um die beabsichtigten Töne hervorzubringen. Die Vorstellungen von den besonderen Maassen der Bewegung sind durch Uebung so bestimmt, dass der Bewegungsact bei dem Einen Sinne nicht einmal immer ausgeführt zu werden braucht, um die nöthige Vergleichung für den andern zu machen. Fixirt man nämlich einen Punkt, so findet man auch ohne Bewegung der Augen durch den Tastsinn ganz genau die Stelle anderer Gegenstände, deren Lichtstrahlen in seitlicher Richtung das Auge treffen.

Mit der höhern Entwicklung der Bewegungsorgane schreitet auch die Ausbildung der Raumvorstellung fort. Nicht ihre Existenz an und für sich, sondern nur die Fortschritte, welche sie macht, sind Resultat der Uebung. Es kommt also nicht etwa ein neues Element in das Sinnenleben hinein, vielmehr entwickelt sich ein schon vorhandenes, ein angebornes, durch Erziehung. Wenn das Thier z. B. bald nach der Geburt die Zitze der Mutter findet, so beweist dies nur, dass in ihm die willkührliche Bewegung von Anfang an eine schnellere Entwicklung erfährt.

Die häufig geübte Winkelbewegung, und die aus derselben entspringenden, bestimmten Grössenvorstellungen setzen uns in Stand, das Maass jedes beliebigen Gesichtswinkels augenblicklich im Bewusstsein zu reproduciren. Die also reproducirte Vorstellung giebt das Maass der nöthigen Winkelbewegung, ohne der wirklichen Erneuung ihres Actes zu bedürfen. Die Intention des Bewegungsactes nach bestimmter Grössenvorstellung ist für die Wahrnehmung räumlicher Verhältnisse im gegebenen Falle seiner wirklichen Vollendung gleich zu setzen. Mit dem Ausdruck „intendirte Bewegung *)“ bezeichnen wir daher die

---

*) Anmerk. Purkinje bedient sich dieses Ausdrucks ebenfalls. Es sei mir vergönnt, die betreffende Stelle vollständig herzusetzen:

„In der primären Thätigkeit des Sinnes, wo er in unmittelbarer Wechselwirkung mit dem Gegenstande steht, sind auch schon Gedächtniss und Einbildungskraft implicirt und gerade dann am lebendigsten, so dass sie später nur als Schatten und Nebenbilder der eigentlichen Sinnesthätigkeit erscheinen, dagegen ihre höchste Steigerung nur die ist, wo ihr Product der

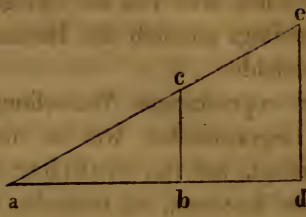
subjective Bestimmung der Grösse des Gesichtswinkels, welche ohne die Empfindung von wirklich vollendeter Muskelcontraction zu Stande gekommen. In Bezug auf die Raumvorstellung gilt für die intendirte

---

unmittelbaren Sinnesanschauung nahe kömmt. Der Unterschied dieser ursprünglichen und secundären Sinnesthätigkeit wäre nach meiner Annahme darin begründet, dass bei jener wirkliche, bei dieser nur intendirte Bewegungen und Empfindungen im Organe statt finden, so dass, wenn dort z. B. das Auge den Umrissen der Gegenstände mit wirklichen Bewegungen folgt, hier nur Differenziale von Bewegungen in den gehörigen Muskeln angeregt werden, ohne dass es zu wirklichen kömmt. Leichter lässt sich diese Art von Bewegung in den Sprachorganen beobachten, wenn wir uns in einem Selbstgespräche überraschen; auf eine gröbere Weise lässt sich diese Thätigkeit in grösseren Muskelpartieen, z. B. der Extremitäten, bemerken, wenn die Bewegungstriebe der Muskeln durch äussern oder innern Anlass zu wirken streben, durch den Willen aber zurückgehalten werden. Es ist auch schon im Allgemeinen zu erwarten, dass jede wirkliche Bewegung auch eine intendirte haben müsse, so wie jeder freien Naturkraft eine gebundene entspricht, ohne deshalb im Princip verschieden zu sein, welche Begriffe die Physik, durch die Erscheinungen getrieben, als Gewicht, latente Wärme, gebundene Electricität und Magnetismus, oder als einander limitirende Spannungen und Tendenzen längst ausgesprochen hat. Das selbe gilt von intendirten Empfindungen. Jede Empfindung ist eine eigenthümliche Modification des Selbstgefühls durch äussere Beschränkung. Die Tendenz, eine ähnliche specifische Beschränkung durch innere Bestimmung hervorzubringen, wäre die intendirte Empfindung. — Beide, die intendirten Bewegungen und Empfindungen haben in den ursprünglichen Bewegungsapparaten, so wie in den Sinnesorganen ihr Vermittelndes, wie ihre Originale." Siehe: Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne, Th. I. pag. 170 ff. Zweite Aufl Prag 1823.

Bewegung dasselbe, was von der ausgeführten gesagt worden, sie bedingt nämlich die Bestimmung des Ortes im Gesichtsfelde.

Wird die reproducirte Vorstellung der wahren Grösse eines Gegenstandes, wie sie die Function des Tastsinnes erzeugt, auf die sichtbare Grösse eines Gesichtsobjectes bezogen, so entsteht die Vorstellung seiner Entfernung vom Auge. Der innere Process ist dieser: Die sichtbare Grösse eines Gegenstandes wird durch unmittelbare Anschauung gewonnen. Sie ist bestimmt durch den Gesichtswinkel, in dessen Oeffnung dem Gegenstande irgend ein Ort zukommt. Die scheinbare Entfernung desselben vom Auge richtet sich nun durchaus nach dem Verhältniss der sichtbaren Grösse zu der bereits vorhandenen Vorstellung von der wahren Grösse des Objectes, sie wird mit ihrer Differenz zu- und abnehmen. Je kleiner nämlich ein Gegenstand dem Auge erscheint, dessen Grösse aus dem Tastsinne bekannt ist, je entfernter ist sein Ort für die Vorstellung. Ist dagegen die Vorstellung von der Entfernung eines Gegenstandes die primäre, so wird umgekehrt dessen Grösse mit der vorgestellten Entfernung wachsen und sich mindern. Hierdurch wird der Unterschied zwischen sichtbarer und scheinbarer Grösse begründet, wie ihn Fischer a. a. O. aufgestellt. Mit der erstern steht die Entfernung im umgekehrten, mit der letztern im geraden Verhältniss.



Es befinde sich in a ein Auge, so wird dasselbe die Linie b c unter dem Winkel c a b sehen, und ihm die Grösse beilegen, welche der Winkelbewegung von c nach b in seiner Vorstellung entspricht. Setzt nun die Einbildungskraft den Ort von b c nach d e, so wird zwar die Winkelbewegung dieselbe bleiben, aber der Gegenstand wird eine Vorstellung seiner Grösse erzeugen, die sich zur erstern verhält, wie d e zu b c. So erscheint uns die Sonnen- und Mondesscheibe nahe am Horizonte bedeutend grösser, als im Meridian, ein Phänomen, welches mit den astronomischen Messungen im Widerspruche steht. Die Ursache ist, weil wir im Momente des Aufganges den Ort eines Gestirnes entfernter setzen, da dasselbe alle zwischen ihm und dem Auge befindlichen Gegenstände an Entfernung übertrifft. Aus demselben Grunde erscheint uns das Himmelsgewölbe nicht in Gestalt einer Halbkugel, sondern als elliptisches Sphäroid, dessen grösster Durchmesser in der Ebene des Horizontes liegt.

Aus diesen Erscheinungen ergiebt sich der empirische Beweis, dass die Flächenausdehnung nicht unmittelbar und an und für sich durch die Empfindung der Retina wahrgenommen wird, sondern diese, wie alle Raumvorstellung überhaupt, das Resultat der willkührlichen Bewegung ist. Gäbe es eine unmittelbare

Raum-Empfindung durch den qualitativen Nerven, so könnte wohl zwischen wahrer und sichtbarer Grösse ein Unterschied bestehen, die scheinbare aber würde unmöglich sein.

Irrig wäre es, wollte man die Combination von Vorstellungen aus Gesichts- und Tastsinn Urtheil nennen. Das Thier ist der Abstraction nicht fähig, wohl aber dieser Verbindung von reproducirten Vorstellungen.

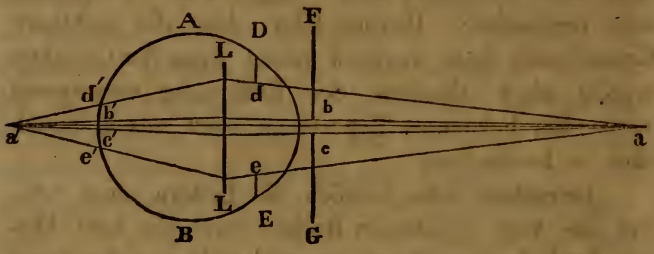
Wie bei demselben Gesichtswinkel durch Aenderung des scheinbaren Ortes für die Vorstellung auch die scheinbare Grösse des Gegenstandes modificirt werde, ist vorher gezeigt worden. Wir fanden, dass durch die reproducirte Vorstellung der Oertlichkeit eines Objectes seine scheinbare Grösse mit der Entfernung zunehme, die sichtbare Grösse dagegen, ohne diese subjective Einwirkung, mit der Entfernung sich vermindere. Hieraus folgt, dass die sichtbare Grösse auch dann wachsen müsse, wenn der Gesichtswinkel ohne Abnahme der Entfernung vergrössert wird. Ein bekanntes Experiment setzt uns in Stand, dies zu beobachten.

Betrachtet man nämlich die Lettern eines nahe vor das Auge gehaltenen Buches durch ein sehr kleines Loch in einer Karte, so wird nicht nur das Lesen möglich, sondern die Lettern selbst, wie die weissen Zwischenräume der Zeilen erscheinen bedeutend vergrössert. Es lässt sich darthun, dass diese Vergrösserung lediglich von der Erweiterung des Gesichtswinkels abhängt.

Ehe wir zu dem Beweise schreiten, betrachten wir zuerst die Erscheinung der vermehrten Deutlichkeit.

Die Entfernung des Buches sei so gering, dass

keine genügende Accommodation möglich. Durch die Oeffnung der Karte werden dennoch ziemlich scharfe Umrisse gesehen. Die Vereinigungsweite kann unmöglich geändert worden sein, es muss also die vermehrte Deutlichkeit einen andern Grund haben. Er liegt, wie wir sehen werden, in der bedeutenden Verringerung des Umfanges aller Zerstreuungskreise, welche sich auf der Retina abbilden. Ihr Durchmesser richtet sich nämlich nach dem der Pupille und ist wegen der Brechung stets kleiner, als dieser. Wird nun die Pupille auf jene geringe Oeffnung reducirt, so folgt, dass die grösstmöglichen Zerstreuungskreise einen noch geringern Umfang haben und einem optischen Punkte also sehr nahe kommen müssen. Eine Figur wird dies anschaulicher machen.



Es sei A B ein Durchschnitt der Retina, D E die Iris, d e die Oeffnung der Pupille, F G die Karte, b c die Oeffnung in derselben, L L der Brechungsapparat, a sei ein leuchtender Punkt, dessen Strahlenkegel e a d in a′ gesammelt wird. Der Durchmesser seines Zerstreuungskreises auf der Retina wird also e′ d′ sein. Schiebt man nun die Karte mit ihrer Oeffnung zwischen Pupille und Object, so wird nur ein

Lichtkegel b a c ins Auge dringen; sein Zerstreuungskreis auf der Retina hat das Intervall b′ c′ zum Durchmesser. Die Deutlichkeit wird also im Verhältniss von e′ d′ : b′ c′ zugenommen haben *). Sie wächst noch, wenn man b c verkleinert. — Eine Linie von überall gleicher Breite durch solche kleine Oeffnungen von verschiedener Grösse gesehen, zeigt entsprechende Unterschiede ihrer sichtbaren Flächenausdehnung.

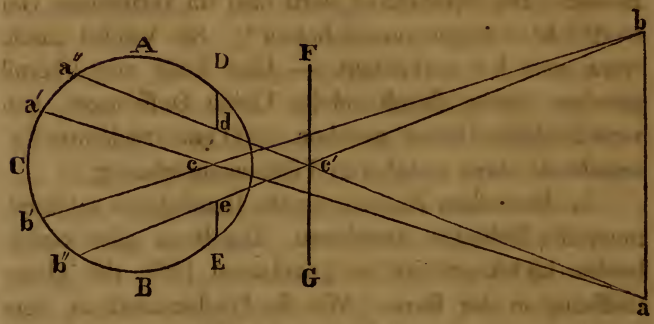
In demselben Maasse, als die Deutlichkeit zunimmt, muss die Helligkeit abnehmen. Die Basis aller einfallenden Lichtkegel ist im gegebenen Falle die kleine Oeffnung in der Karte. Wie ihr Flächeninhalt zu dem der Pupille, so verhält sich der Kubikinhalt der Kegel, mithin die Summe ihrer Strahlen, welche durch jede besonders einfallen können, zu einander. Nach Maassgabe dieses Verhältnisses wird auch die Helligkeit verschieden sein, d. h. sie wird mit der Oeffnung zu- und abnehmen.

Die Vergrösserung der Gegenstände, welche durch die kleine Oeffnung der Karte gesehen werden, ist bedingt durch die Erweiterung des Gesichtswinkels.

Beweis. Die Hauptstrahlen aller in das Auge fallenden Lichtkegel kreuzen sich ungefähr in der Ebene der Pupille. Wegen der Refraction durch die Hornhaut und wässrige Feuchtigkeit liegt der Durchkreuzungspunkt nicht genau in dieser Ebene, sondern in geringer Entfernung hinter derselben. Für die Theorie unseres Satzes ist es jedoch gleichgültig, wenn wir

*) Anmerk. Dieser Beweis stimmt dem Princip nach mit dem von Henle gefundenen überein. S. Müllers Phys. Bd. II. pag. 340.

diese Abweichung vernachlässigen. Es kommt nur darauf an, dass sich die Strahlen überhaupt kreuzen.



Es sei D E der Durchschnitt der Iris, d e die Oeffnung der Pupille, A C B ein Theil der Retina, so werden die Hauptstrahlen von a und b sich in c schneiden und in a′ und b′ die Retina treffen. Schiebt man nun eine Karte, deren Durchschnitt F G sein mag, dicht vor die Pupille, so wird die Oeffnung bei c′, wenn sie klein genug ist, zum Durchkreuzungspunkt der Strahlen. Es wird auf diese Weise eine künstliche Pupille gebildet, welche dem Gegenstande a b näher liegt. Nun ist offenbar der Gesichtswinkel b c′ a $>$ b c a; die Winkelbewegung, welche nöthig, um b a zu messen, muss daher ebenfalls grösser sein, wenn die Hauptstrahlen sich anstatt in c, in c′ schneiden. Rückt man F G noch näher nach b a hin, so wird der Winkel b c′ a, mithin die sichtbare Grösse von b a wachsen. Nach einem leicht anzuwendenden geometrischen Satze ist der Winkel b c′ a $=$ b c a $+$ c b c′ $+$ c a c′; das Maass der Vergrösserung des Gesichtswinkels ist also c b c′ $+$ c a c′. Diese Winkel sind gleich, wenn

die Senkrechte von c′ auf die Ebene der Pupille dieselbe in c schneidet.

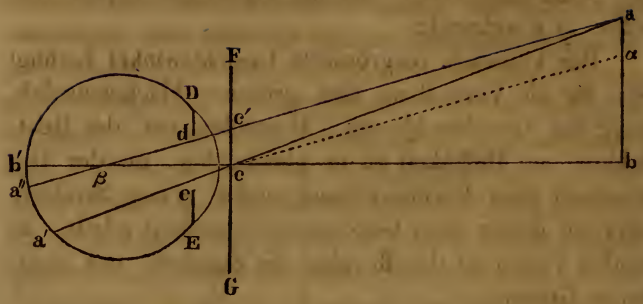
Der künstlich vergrösserte Gesichtswinkel bedingt also für die Vorstellung eine grössere Flächenausdehnung des Gesichtsobjectes. Abgesehen von der Deutlichkeit und Helligkeit ist es gleichgültig, ob der Gegenstand dem Durchkreuzungspunkte seiner Strahlen, oder ob dieser dem Gegenstande genähert werde. In beiden Fällen ist das Resultat die Zunahme der sichtbaren Grösse.

Es schliesst sich an diesen Versuch das von Beudant und Crahay*) beobachtete Phänomen, von dem mir keine streng mathematische Erklärung bekannt geworden.

Bewegt man nämlich die zwischen Object und Auge befindliche Karte nach irgend einer Seite in ihrer Ebene, indem man einen sehr nahe gelegenen Gegenstand durch ein kleines Loch in derselben betrachtet, so bewegen sich die durch die Oeffnung gesehenen Gegenstände scheinbar in entgegengesetzter Richtung. Die mathematische Auflösung ist folgende:

---

*) Anmerk. Siehe Müller a. a. O. Die dort gegebene Erklärung aus dem undeutlichen Sehen erscheint nicht befriedigend. Die Undeutlichkeit, und mit ihr die Ausdehnung der Zerstreuungskreise ist ja gerade durch die kleine Oeffnung gehoben. Das Phänomen erscheint ebenfalls, wenn der Gegenstand in der Entfernung des deutlichen Sehens liegt.



Es sei b b′ ein Strahl durch die optische Achse des Auges, A C B die Retina, c die Oeffnung in der Karte, deren Ebene F G.

Die sichtbare Grösse von a b wird durch die Winkelbewegung a′ c b′ gemessen. Bleibt nun die Stellung des Auges dieselbe und die Oeffnung bei c wird nach c′ gerückt, so trifft der Hauptstrahl von a die Retina in a″; seine Abweichung vom Achsenstrahle b c ist der Winkel a β b. Zieht man nun c α parallel mit c′ a, so ist Winkel α c b = a β b. Die Abweichung des Strahles a a″ vom Achsenstrahle b c ist also um a c b — α c b, d. h. um den Winkel a c α vermindert worden, es muss daher der Punkt a in α zu liegen scheinen. Seine scheinbare Bewegung ist also der wirklichen, welche die Oeffnung c nach c′ gemacht, gerade entgegengesetzt. Liegt a b in grösserer Entfernung, und wird also Winkel a c b sehr klein, so ist die Erscheinung weniger deutlich.

Wird die Karte in ihrer Lage erhalten, und das Auge bewegt sich, so folgt der Gegenstand in gleicher Richtung. Dies geht aus dem ersten Falle von selbst hervor. Dass für die Richtung der Strah-

len zum Auge ganz dieselbe Veränderung entsteht, wenn die Durchkreuzungsstelle nach oben, oder die Retina nach unten bewegt wird, bedarf keines Beweises. Da nun der Gegenstand im ersten Falle sich scheinbar nach unten bewegt, so wird sein Verhalten sich auch im zweiten Falle nicht ändern. Er wird der Bewegung des Auges folgen. Im Grunde sind nämlich beide Fälle gleich, da es sich hier um rein relative Bewegung handelt. Am auffallendsten ist die Erscheinung, wenn man durch die Oeffnung einen Stab betrachtet, welcher zum Theil von der Karte unbedeckt bleibt. Das Stück, welches durch die Oeffnung betrachtet wird, bewegt sich in beschriebener Weise, während der übrige, unbedeckte Theil des Stabes in vollkommner Ruhe bleibt.

Die bisher gefundenen Resultate lassen sich in folgenden Sätzen kurz zusammenstellen:

1) Der Lichtreiz des Strahles, welcher durch die optische Achse des Auges geht, übertrifft alle übrigen an Deutlichkeit und Helligkeit.

2) Die Abweichung vom Achsenstrahle bedingt Verminderung der Deutlichkeit und Helligkeit in zunehmendem Verhältnisse (d. h. die Deutlichkeit und Helligkeit nehmen schneller ab, als der Abweichungswinkel zunimmt.)

3) Durch die Winkelbewegung, welche nöthig, um einen Strahl in die Achse zu bringen, wird seine Abweichung von derselben für das Bewusstsein gemessen.

4) Die Grösse der Winkelbewegung bestimmt zugleich den Gesichtswinkel, mithin die sichtbare

Grösse. Sie steht im umgekehrten Verhältniss zur Entfernung des Gegenstandes.

5. Die scheinbare Grösse hängt von der reproducirten Vorstellung der Entfernung und wahren Grösse (aus dem Tastsinne) ab. Sie steht im geraden Verhältniss zur eingebildeten Entfernung.

6. Die scheinbare Entfernung eines Gegenstandes ist gleich dem Halbmesser eines Kreises, dessen Mittelpunkt das Auge ist, und dessen Peripherie alle Punkte begreift, die bei einer bestimmten Accommodation die grösste Deutlichkeit haben.

Nachdem wir nun den Inhalt der Gesichtsfunction im Einzelnen verfolgt, nachdem wir die Processe kennen gelernt, durch welche sich Qualität und Quantität verbinden und gegenseitig bestimmen, betrachten wir vom allgemeinen Standpunkte aus die Vermittelung des Gegensatzes von Innen und Aussen, die Grundbedingung alles Bewusstseins überhaupt, wie sie in den Vorstellungen aus dem Gesichtssinne zu Stande kommt.

Die endlich bestimmte Empfindung, das Gefühl, beruht auf rein passivem Verhalten des sinnlichen Bewusstseins. Seine Selbstthätigkeit, geweckt durch die empfundene Reizung, kann auf der Stufe animalischen Lebens nur allein nach Aussen gerichtet sein. Denn seine Thätigkeit nach Innen, die Selbstschauung, ist von dieser Stufe ausgeschlossen. Die Erkenntniss der Aeusserlichkeit eines Dinges, also die Raumvorstellung überhaupt, wird, wie wir bereits gesehen, nur durch willkührliche Bewegung vermittelt. Die empfundene Reizung dient nur dazu, die Bewegung nach ihrer Quantität zu bestimmen. Durch diese Selbstthätigkeit des Bewusstseins in willkührlicher Bewegung kommt

nun eben der Gegensatz von Innen und Aussen zu Stande. Die Aeusserlichkeit aber des Dinges, welches als Reiz die Empfindung im Innern des Organismus bedingt, ist die aus dem Bewegungsacte entspringende Raumvorstellung: es ist das Element der Quantität, welches verbunden mit dem der Qualität die vollendete sinnliche Vorstellung ausmacht. In dieser ist sowohl das Innere, wie das Aeussere enthalten.

Was ist nun aber das Bild eines durch den Gesichtssinn wahrgenommenen Gegenstandes anders, als ein System von äussern Reizen, welche im Innern des Organismus die Lichtempfindung bedingen? Die Aeusserlichkeit dieser Reize, ihre Unabhängigkeit vom Organismus, ihre Räumlichkeit im Allgemeinen, wie ihre Oertlichkeit im Besondern, wird nach den gefundenen Principien vermöge willkührlicher Bewegung dem Bewusstsein als Raumvorstellung eingebildet.

Hierin findet der scheinbare Widerspruch, welchen wir zu Ende des ersten Capitels (siehe pag. 14 ad 1) als Problem für unsere Forschung aufstellten, seine Lösung.

Es bleibt noch übrig, zu untersuchen, wie die Vorstellung von der relativen Oertlichkeit der Dinge im Raume, von Oben und Unten, von Rechts und Links, durch den Gesichtssinn erzeugt werde. Die umgekehrte Stellung des Bildes auf der Retina, welche bekanntlich ohne allen Zweifel statt findet, kann auf unsere Betrachtung keinen Einfluss haben. Denn nicht dies Bild ist es, welches wir anschauen in der Gesichtsfunction, sondern der Lichtreiz nach seiner Qualität und Quantität.

Um die Möglichkeit darzuthun, dass die als ver-

schieden erkannten Strahlenrichtungen im Bewusstsein nach Oben und Unten, nach Rechts und Links sich sondern, betrachten wir, wie diese Unterschiede überhaupt für das Bewusstsein entstehen. So wie die Bestimmung der Himmelsgegenden auf dem Meere, oder überall, wo keine bekannten Gegenstände diese Kunde sichern, einzig und allein durch die sich stets gleichbleibende Direction der Magnetnadel gegeben wird, so muss gleicherweise zur Erkenntniss der nach oben und unten, rechts und links vom Achsenstrahle abweichenden Strahlenrichtungen Eine die Unwandelbare sein. Für die Abweichungen nach Oben und Unten ist diese beständige Richtung die der Schwere. Von jeder Bewegung, welche derselben entweder gleichlaufend, oder entgegengesetzt ist, sagen wir, sie gehe abwärts oder aufwärts. Müssen wir z. B. die Hand über das Auge heben, um einen Lichtreiz abzuwehren, so ist der leuchtende Gegenstand über uns erhaben und liegt um so tiefer, je mehr wir das Hinderniss für den eindringenden Strahl senken müssen. Die zu diesem Ende von der Natur angebrachten Organe geben durch ihre Bewegung dasselbe Resultat. Das Senken oder Heben der Augen und des Kopfes beim Sehen nach Unten oder Oben erzeugt die entsprechenden Vorstellungen. Die Ausdrücke rechts und links beziehen sich auf Theile unseres Körpers, deren Lage zu einander stets dieselbe bleibt, und daher in gleicher Weise, wie die Richtung der Schwere, zum Vergleich mit der Lage anderer Gegenstände dient. Durch die vollendete Function des Tastsinnes sind diese Raumvorstellungen schon bedingt. Daher sie bei Blindgebornen mit gleicher Bestimmtheit erzeugt werden. Sie

bilden sich nach und nach aus, und zwar in dem Maasse, als sich das Bewusstsein durch willkührliche Bewegung nach Aussen bethätigt.

Die Summe aller durch die vollendete Function des Sehorganes zugleich bestimmten Oertlichkeiten ist das Gesichtsfeld. Sein Oben und Unten, sein Rechts und Links sind als allgemeine Raumvorstellungen dem Bewusstsein vermöge der eigenen Thätigkeit nach Aussen bereits eingebildet. Ihre realen Bedingungen sind: die Richtung der Schwere und die stets sich gleichbleibende Lage gewisser Theile unseres Körpers. Beide Momente werden nach dem Princip der willkührlichen Bewegung, welche die Tast- und Gesichtsfunction zur Vollendung bringt, für das Bewusstsein bestimmt. Jede besondere Raumvorstellung aus dem Gesichtssinne besteht unter diesen allgemeinen Formen. Die Mitte des Gesichtsfeldes ist durch die Richtung der Augenachse bestimmt, als der mittlern aller derjenigen Kräfte, welche den Augapfel in seiner jedesmaligen Lage zur Fixirung eines Punktes erhalten. Die Abweichung von der Mitte wird durch die Winkelbewegung, welche erforderlich, um einen solchen Punkt in die Richtung der Achse zu bringen, für die Vorstellung bestimmt.

Den subjectiven Gesichtserscheinungen verbindet sich die Raumvorstellung ebenfalls nach den bisher gefundenen Gesetzen.

Bei den bekannten Lichtbildern, welche durch mechanische Reizung der Retina vermittelst äussern Drucks auf den Augapfel hervorgebracht werden, ist die Ortsbestimmung im übrigens dunkeln Sehfelde abhängig von der Druckstelle, deren bestimmter Ort auf der Oberfläche des Augapfels, also auch die Abweichung

von der Augenachse, durch den Tastsinn zum Bewusstsein kommt. Drückt man z. B. die Retina durch das obere Augenlied, so würde die nöthige Winkelbewegung — welche hier eine intendirte ist — um die Druckstelle in die Achse zu bringen, derjenigen Richtung entsprechen, in welcher die Strahlen eines wirklichen, leuchtenden Objectes die Retina träfen. Da nun diese Richtung, vermöge der Selbstthätigkeit des Bewusstseins, nach Aussen projicirt, der Richtung des Druckes diametral entgegengesetzt ist, so wird auch der Ort des Bildes im untern Theile des Sehfeldes sich befinden, wenn der obere Theil der Retina auf die beschriebene Weise mechanisch gereizt worden.

Die sogenannte Aderfigur, welche entsteht, wenn man eine Lichtflamme bei Fixirung eines entfernten Punktes in kreisförmigen Schwingungen vor dem Auge hin und her bewegt, erhält ihre räumlichen Bestimmungen in entsprechender Weise. Hier sieht man noch dazu auf das Bestimmteste, wie Helligkeit und Deutlichkeit von der Mitte aus abnimmt.

Fünftes Capitel.

Das normale Einfach- und Doppeltsehen.

Die Ortsbestimmung vermittelst des Gesichtssinnes erleidet durch die vereinte Function des doppelten Organes eine bedeutende Modification. Ein Theil des gesammten Sehfeldes, und zwar der mittlere, auf welchen der Sinn besonders gerichtet ist, gehört beiden Augen gemeinschaftlich. Bei einiger Aufmerksamkeit wird man bemerken, dass die angeschauten Gegenstände sich nicht nur nach ihrer Deutlichkeit unterscheiden, sondern auch dadurch, dass einige als einfaches, andere als doppeltes Bild wahrgenommen werden. Durch leicht anzustellende Versuche überzeugt man sich bald, dass die Verdoppelung lediglich von der Lage des Gegenstandes zu dem Einen fixirten Punkte abhängig ist.

Nicht in dieser Verdoppelung, sondern vielmehr in der Einheit des auf beiden Netzhäuten Empfundenen scheint ein Widerspruch zu liegen. Aus der Möglichkeit des Doppeltsehens geht das selbstständige Verhalten jedes einzelnen Auges in Bezug auf die Raumvorstellung genügend hervor. Wie kommt es, dass sich aus ihrer gesonderten Function dennoch für das Be-

wusstsein die Einheit entwickelt? Zwiefach empfundene Reizung soll bald nur ein einziges, bald ein doppeltes Resultat für die Vorstellung haben. Ein Widerspruch, dessen Lösung mit Recht von den Naturforschern aller Zeiten versucht worden.

Es lag nicht ferne, den Grund dieser Erscheinung in der theilweisen Durchkreuzung der Fasern des Sehnerven *) zu suchen, wie Newton und nach ihm viele Andere. Joh. Müller hat die Unzulänglichkeit dieses Erklärungsversuches, so einleuchtend er immer zu sein schien, gründlich dargethan. Geht man aus von der unmittelbaren Räumlichkeitswahrnehmung auf der Netzhaut, so ist man gezwungen, mit Müller eine dem Sehnerven immanente Eigenschaft anzunehmen, welche die Identität der Leitung für gleichnamige Stellen der Retina bedingt. Dass eine entsprechende Zusammensetzung der Netzhäute durch die Fasern der Nerven im Chiasma vorgebildet sei, ist nach Müller's eigner Aussage höchstens wahrscheinlich zu machen.

Gegen die Ansicht dieses grossen Physiologen lassen sich jedoch schon a priori einige Zweifel erheben.

Wenn nämlich an gewissen Punkten der beiden Netzhäute die Empfindung vollkommen identisch wäre, wenn also die Reizung zweier Stellen des Organismus für das Bewusstsein nur die Empfindung an einer einzigen bedingte, so könnte auch die abwechselnde Reizung dieser Stellen, da denn jedesmal nur

---

*) Anmerk. Bekanntlich kreuzen sich die innern Fasern der beiden Wurzeln, welche das Chiasma nerv. optic. bilden, während die äussern an derselben Seite zum Auge hinlaufen.

Eine getroffen würde, unmöglich als solche wahrgenommen werden. Der Beschauer eines Gegenstandes, dessen Strahlen solche identische Punkte träfen, müsste nicht im Stande sein, zu unterscheiden, ob er den Lichtreiz mit Einem, oder mit zwei Augen, ob er ihn mit dem rechten, oder linken empfände, selbst wenn das eine, wie das andere abwechselnd verdeckt würde. Denn durch die Identität der Empfindung wird gerade der Unterschied aufgehoben, welcher die Verschiedenheit des gereizten Ortes für das Bewusstsein bedingt. Es entstände dieselbe Vorstellung in Bezug auf den Organismus selbst, wenn die linke, wie wenn die rechte Netzhaut getroffen würde. Man begreift ferner nicht, wie die Farbenempfindung von diesem Gesetze der Identität ausgeschlossen sein soll. Sieht man nämlich mit beiden Augen gleichzeitig durch verschieden gefärbte Gläser, so mischen sich die Eindrücke nicht, sondern wechseln auf eigenthümliche Weise mit einander ab. Ist ein Glas blau, das andere gelb, so ist der Eindruck nicht grün, sondern abwechselnd blau und gelb. Müller beschreibt die eigenthümliche Art dieser Abwechselung sehr genau. Entstände nun die Raumvorstellung durch unmittelbare Empfindung auf der Netzhaut, wäre also in der Reizung des qualitativen Nerven zugleich die quantitative Wahrnehmung mitbegriffen, so sieht man nicht ein, wie die Qualität als ein Doppeltes, die Quantität dagegen als Einfaches zum Bewusstsein kommen sollte. Aus dem angeführten Phänomen geht vielmehr um so deutlicher hervor, dass der Ort der Reizung und des Reizes sich in der Vorstellung bestimmt unterscheiden. Dieser kann, wie wir sogleich näher sehen werden, die Einheit der

Raumvorstellung bedingen, während jener sich dem Bewusstsein als ein Doppeltes darstellt. Durch Annahme der Identitätsstellen dagegen wird dieser Unterschied gänzlich aufgehoben.

Ich habe es nun versucht, ohne die hypothetische Annahme eines besondern organischen Grundes, das Phänomen auf die beiden Elemente der vollendeten sinnlichen Vorstellung, wie sie oben entwickelt worden, zurückzuführen: das Leitungsvermögen des qualitativen Sinnesnerven verbunden mit der bewussten, willkührlichen Bewegung.

Oft liegt die Schwierigkeit eines Problems, ja, die scheinbare Unmöglichkeit seiner Lösung, nicht unmittelbar in ihm selbst, sondern vielmehr in der mangelhaften Bestimmung seines Inhaltes. Diese Gefahr wird am leichtesten vermieden, wenn man sich eng an das Phänomen selbst hält und die Bedingungen, welche es hervorrufen, genauer Betrachtung unterwirft.

Was ist hier das Doppelte? was die Einheit? Jenes ist die Lichtempfindung an zwei Stellen des Organismus, dieses die Eine Raumvorstellung, welche der leuchtende Gegenstand erzeugt. Untersuchen wir zuvörderst, ob die Einheit des Reizes wirklich die Einheit der Empfindung an und für sich bedingt.

Die Wahrnehmung der Stelle im Organismus, wo eine Reizung statt findet, ist nicht zu verwechseln mit der Vorstellung von der Oertlichkeit eines äussern Reizes. Das Bewusstsein unterscheidet beides sehr wohl; denn die Abhängigkeit des Einen, wie die Unabhängigkeit des Andern von ihm selbst, wird deutlich wahrgenommen (siehe oben pag. 34). Durch abwechselndes Oeffnen und Schliessen des rechten, oder lin-

ken Auges, durch Veränderung der relativen Lage des Gesichtes zum Objecte, kann nach Belieben der Reizung von Aussen bald nur Ein Ort im Organismus, bald deren zwei dargeboten werden. In jedem Falle entsteht für das Bewusstsein das entsprechende Resultat: die Vorstellung Einer, oder zwei gereizter Stellen. Es ist also ein Irrthum, wenn man sagt, die doppelte Reizungsstelle erscheine dem Subjecte als Einheit.

Unsere Aufgabe stellt sich daher um vieles einfacher. Befreit von einem unwirklichen Widerspruche haben wir es nur noch mit dem Orte des äussern Reizes zu thun und seinem Verhältniss zur Raumvorstellung selbst. Wie sich dieselbe für Ein Auge bestimmt, ist im vorhergehenden Kapitel untersucht worden. Die relative Lage der Lichtstrahlen zur Augenachse gab das Unterscheidungsmoment für den besondern Ort im Sehfelde. Es kommt nun darauf an, ob die Einheit der Raumvorstellung beim Sehen mit beiden Augen, und wiederum die Aufhebung dieser Einheit, wie die Erfahrung sie lehrt, auf das Princip der willkührlichen Bewegung zurückgeführt werden kann.

Die wissenschaftliche Anschauung der vorliegenden Thatsache verlangt also die Ermittelung eines unveränderlichen Gesetzes der Räumlichkeit, nach welchem die Entstehung des einfachen und doppelten scheinbaren Ortes für die Vorstellung objectiv bestimmt wird. Denn der subjective Process, nach welchem sich die Raumvorstellung im Allgemeinen, wie im Besondern entwickelt, bleibt dem Wesen nach derselbe; er erhält nur durch das objective Moment des Reizes von Aussen seine nähere Bestimmung.

Der Gegenstand unserer Untersuchung ist daher:

Das Verhältniss der objectiven Oertlichkeit zur subjectiven, des wirklichen Ortes zum scheinbaren eines durch den Gesichtssinn wahrgenommenen Objectes. — Dieser Unterschied wird erkannt durch die Verbindung der aus dem Gesichts- und Tastsinne gewonnenen Vorstellungen. Der concrete Inhalt des Raumes ist die wahrnehmbare Aussenwelt. Der wirkliche Ort eines Dinges ist das Besondere in der Unendlichkeit des Raumes. Dieser Gegensatz des Besondern zum Allgemeinen, dem animalischen Bewusstsein zugänglich, bedingt alle Raumvorstellung überhaupt. Die sichtbare Grösse eines Gegenstandes ist nichts anderes, als die scheinbare Lage aller seiner Punkte zu einander; wir haben es also mit dem Besondern im Raume, mit der Oertlichkeit leuchtender Punkte zu thun, deren Strahlen auf die Netzhaut fallen.

Da wir nun auf das Gebiet der reinen Raumvorstellung versetzt worden, so kann die Entwicklung der Gesetze, nach welchen der scheinbare Ort eines Punktes dem Bewusstsein eingebildet wird, nur auf mathematischem Wege geschehen. Die physiologische Anwendung wird keine Schwierigkeit haben, da die geometrischen Postulate, welche hier zur Sprache kommen, auf den Principien des organischen Lebens selbst beruhen.

Wenn irgend ein Punkt im Raume in beiden Augen ein deutliches Bild erzeugen soll, so müssen die verlängerten Achsen des optischen Apparates mit der Linie, welche die optischen Mittelpunkte *) beider Au-

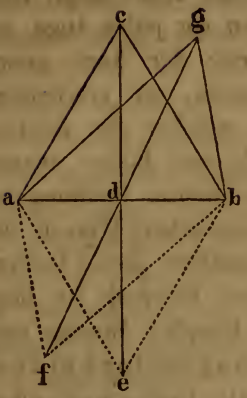
*) Anmerk. Unter diesem Ausdrucke wird hier sowohl

gen verbindet, ein Dreieck bilden, dessen Spitze jener Punkt und dessen Basis die genannte Linie ist. Für die Deutlichkeit ist die gleichschenkliche Form dieses Dreiecks bei übrigens normalem Zustande der Augen die vortheilhafteste. Wir legen sie daher bei unsern Untersuchungen zum Grunde. Der optische Apparat ist jedesmal so accomodirt, dass die Vereinigungsweite der Strahlen jenes Punktes hinter der Linse gleich ist der Entfernung der Linse von der Retina. Die Verlängerung der Achsen vom Auge bis zu jenem fixirten Punkte ist der Deutlichkeitshalbmesser. Die Peripherie eines Kreises, aus dem optischen Mittelpunkte mit dem Deutlichkeitshalbmesser beschrieben, enthält den scheinbaren Ort des Einen fixirten Punktes, so wie aller übrigen, welche ausser dem ersten noch Strahlen auf die Retina werfen. Der fixirte Punkt ist der Einzige, welchen beide Deutlichkeitskreise mit einander gemein haben. — Um diese räumlichen Verhältnisse auf die beschriebene Weise in Wirklichkeit darzustellen, sind eine Menge Bewegungen nach verschiedenster Richtung erforderlich: Die Augäpfel selbst werden durch die zugehörigen Muskeln in der nöthigen Neigung gegen einander erhalten; der optische Apparat wird nach der Vereinigungsweite verändert; die Gesichtsfläche, mithin die Basis des Achsen-

---

der Durchkreuzungspunkt der Hauptstrahlen, als auch der Drehpunkt des Auges verstanden. Beide fallen, wie Volkmann gezeigt, zusammen. Radike Hdb. d. Optik II. pag. 218 ff. und ebd. Nachträge, pag. 454. Streng genommen hat jedes brechende Medium einen optischen Mittelpunkt für sich; sie liegen in einer geraden Linie, welches die optische Achse ist.

dreiecks nimmt eine dem Objecte entsprechende Lage ein. Denkt man sich alle diese Bewegungen von Kräften hervorgebracht, welche auf die Basis des Achsendreiecks als eine freie Linie wirken und dieselbe im Gleichgewicht halten, so fällt die Resultirende nothwendig ihrer Richtung nach in die Linie, welche vom Durchkreuzungspunkte der Achsen nach dem Mittelpunkte der Basis gezogen wird. Denn die mittlere Richtung aller Kräfte, welche auf Einen Augapfel wirken, und denselben in seiner Achsenneigung erhalten, wird dargestellt durch die Achse selbst. Zwischen der Richtung beider Achsen ist nun jene Linie vom Durchschnittspunkt derselben nach dem Mittelpunkt ihrer Basis die mittlere. Sind die Achsen in gleichem Winkel zur Basis geneigt, also das Dreieck ein gleichschenkliches, so ist die mittlere Richtung zugleich das Perpendikel von der Spitze zur Grundlinie. Der parallactische Winkel der Achsen wird nur in diesem Falle, die Basis jedoch auch bei ungleicher Neigung der Achsen durch die mittlere Richtung halbirt.



Es seien a und b die optischen Mittelpunkte der Augen; a b c ein gleichschenkliches, a g b ein ungleichseitiges Achsendreieck. Vollendet man für beide Fälle das Parallelogramm der Kräfte, so ist die Mittlere von a c und c b = c e; für a g und b g ist sie = g f; beide halbiren a b, jedoch nur im ersteren Falle wird der parallactische Winkel a c b gehälftet.

Man kann sich durch ein Experiment überzeugen, dass wirklich diese mittlere Richtung allein, und nicht etwa jede Neigung der Achsen besonders zum Bewusstsein komme *).

Zu dem Ende drücke man eine dünne, ebene Platte, z. B. eine Spielkarte mit einer ihrer scharfen Kanten an Nasenwurzel und Stirne an, halte sie so, dass sie auf der Stirnfläche möglichst senkrecht steht. Fixirt man nun einen entfernten Punkt, der in der er-

*) Anmerk. Es handelt sich hier nur um die Richtung der Resultirenden, nicht um die mathematische Bestimmung ihrer Grösse.

weiterten Ebene der Karte liegt, bringt zwei Nadeln mit ihren Knöpfen vor jedes Auge, so gerichtet, dass sie an jeder Seite der Karte genau in die Achse zu stehen kommen, so erscheinen beide Knöpfe als ein Einziger, welcher den fixirten Punkt deckt*). Die Karte ist als eine Ebene anzusehen, durch die oben bestimmte mittlere Richtung senkrecht auf die Ebene des parallactischen Winkels der Achsen gelegt. In der Durchschnittslinie dieser beiden Ebenen, welche gerade die mittlere Richtung ist, liegt jenes einfache Bild der beiden Knöpfe. Hieraus erhellet der Satz:

Die Richtungen der beiden Achsenstrahlen kommen als Eine, und zwar als die aus beiden resultirende zum Bewusstsein.

Bisher kam nur der Durchschnittspunkt der verlängerten Augenachsen zur Betrachtung; wir schreiten nun fort zur Untersuchung der räumlichen Verhältnisse solcher leuchtenden Punkte, welche nicht im Scheitel des parallactischen Winkels der Achsen liegen und dennoch Strahlen auf beide Netzhäute gelangen lassen.

Es sind drei Fälle möglich:

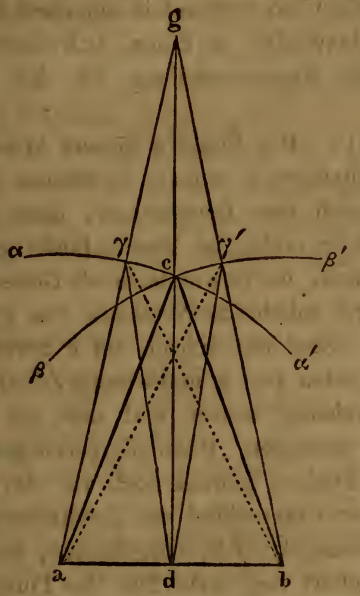
1) Der Punkt liegt in der mittleren Richtung.
2) In der Richtung Einer verlängerten Achse.
3) Weder in der mittlern Richtung, noch in einer verlängerten Achse.

Jeder dieser Fälle erscheint unter andern geome-

---

*) Anmerk. Das von Purkinje angeführte Experiment, nach welchem zwei Oeffnungen in einer Karte, die der Distanz der Pupillen genau entsprechen, einfach gesehen werden, gehört ebenfalls hieher. Nur fehlt dort die Erwähnung der mittlern Richtung, worauf es uns hier besonders ankommt. Purkinje a. a. O. I. pag. 145.

trischen Bedingungen, wenn der fragliche Punkt näher, oder entfernter liegt, als der Durchschnittspunkt der Achsen.



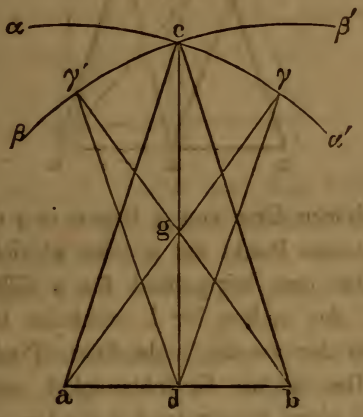
Erster Fall. a) Es seien in beistehender Figur a und b die optischen Mittelpunkte der beiden Augen, ac und bc die verlängerten Achsen, der Durchschnittspunkt c sei der Eine fixirte, die Bogen $\alpha\alpha'$ und $\beta\beta'$ aus a und b mit den Deutlichkeitshalbmessern ac und bc beschrieben; g sei ein Punkt, von welchem aus ein Hauptstrahl ag und bg durch die optischen Mittelpunkte a und b auf die Netzhäute gelangt. Für das Auge a wird der scheinbare Ort von g in dem Punkte γ, für das Auge b in γ' sein. Ist cg eine sichtbare Linie, d. h. ein System von unendlich vielen leuchten-

den Punkten, so erscheint dieselbe unter dem Gesichtswinkel c a γ oder c b γ', je nachdem sie allein vom Auge a, oder b gesehen wird. Sind dagegen beide Augen geöffnet, so verwandeln sich diese beiden wahren Gesichtswinkel in Einen scheinbaren γ d γ', welcher die Raumvorstellung für das Bewusstsein bedingt.

Beweis. Der Punkt g kömmt in seinen räumlichen Verhältnissen, in seinem sichtbaren Abstande von c nur dadurch zum Bewusstsein, dass die Bewegung, welche nöthig ist, diesen Punkt g in die Achsen zu bringen, im Bewusstsein als Grössenvorstellung erzeugt wird, sobald die Netzhäute von g Lichtstrahlen empfangen. Sind die Achsen auf c gerichtet, so werden die Strahlen von g nothwendig Zerstreuungskreise auf die Netzhäute werfen und dort ein undeutliches Bild von g erzeugen. Denn die Vereinigung der Strahlen dieses Punktes kömmt noch vor der Netzhaut zu Stande. Der Unterschied nun der Reizung durch diesen Zerstreuungskreis hervorgebracht, von der, welche das scharf begrenzte Bild des Punctes c verursacht, wird unmittelbar durch den Gesichtsnerven empfunden. Die Abweichung des Strahles ag von ac, so wie bg von bc dagegen kommt durch Bewegung und zwar durch intendirte Bewegung (siehe oben) zum Bewusstsein. Sind beide Augen auf den Punkt c gerichtet, so werden für den Punkt g zwei scheinbare Orte gefunden, nämlich: γ und γ'; mithin auch zwei scheinbare parallactische Winkel: aγb und aγ'b. Denn der Punkt γ sowohl, wie γ', in seiner Oertlichkeit für das Bewusstsein einmal bestimmt, ist es auch in Beziehung zu a und b; wir sind daher be-

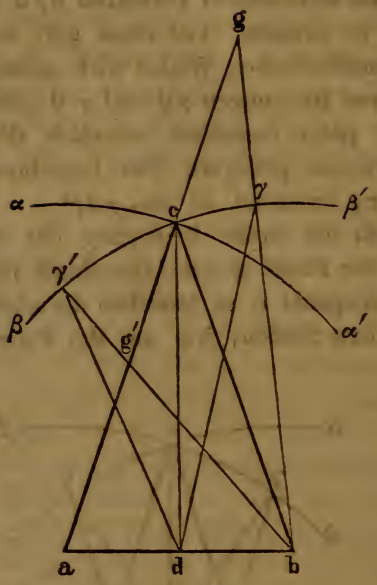
rechtigt, die scheinbaren Paralaxen $\alpha\gamma b$ und $\alpha\gamma' b$ in Rechnung zu bringen. Für diese gilt, was von dem wahren parallactischen Winkel a c b gefunden worden: Die mittleren Richtungen γd und $\gamma' d$ allein, nicht die besondere jedes einzelnen Schenkels der genannten Winkel, werden percipirt. Der Gesichtswinkel, unter welchem c g erscheint, ist also $\gamma d \gamma'$.

b) Tritt die zweite Bedingung des ersten Falles ein, liegt der Punkt g der Achsenbasis näher, als ihr Durchschnittspunkt c, so tauschen die scheinbaren Orte γ und γ' ihre Stellen, wie aus der Figur ersichtlich:



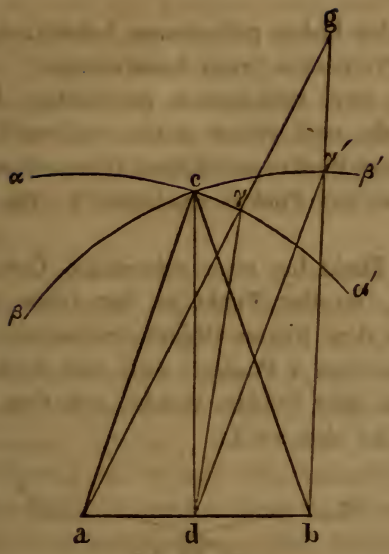
das Doppelbild für das Auge a liegt rechts, für das Auge b links vom Beschauer. Man überzeugt sich hievon leicht durch abwechselndes Oeffnen und Schliessen eines jeden Auges für sich.

Zweiter Fall. Man setze den Punkt g in eine der auf c gerichteten Achsen, also nach g oder g', so werden sich die übrigen Verhältnisse von selbst ergeben.



Die scheinbaren Orte von g liegen in γ oder γ' und c, welcher letztere Punkt mit g oder g′ sich zu decken scheint. Das eine Doppelbild für a fällt also mit c zusammen, das andere für b erscheint in γ oder γ', je nachdem der zweite, nicht fixirte Punkt in g oder g′ liegt. Der wahre Gesichtswinkel, unter welchem das Auge a einen Gegenstand cg oder cg′ sieht, ist = o; für das Auge b ist derselbe: Winkel cbγ oder cbγ'. Sind beide Augen geöffnet, so entsteht der scheinbare Gesichtswinkel cdγ oder cdγ'.

Dritter Fall. Liegt der Punkt g weder in einer der Achsen, noch in der mittlern Richtung, so sind die scheinbaren Orte γ und γ' in den Durchschnittspunkten der Linien ag und bg mit den betreffenden Kreis-



bogen $\alpha\alpha'$ und $\beta\beta'$, mithin hat der scheinbare Gesichtswinkel die Grösse des Winkels $\gamma d \gamma'$. Liegt der Punkt g der Achsenbasis ab näher, als c, so erscheint das Doppelbild für a rechts, das für b links vom Beschauer.

Aus der Betrachtung dieser drei Fälle gewinnen wir folgenden Satz für die Oertlichkeit der Doppelbilder:

Die räumliche Bedingung, nach welcher ein Punkt dem Bewusstsein doppelt erscheint, ist der Winkel, welchen seine scheinbaren Orte mit dem Mittelpunkte der Achsenbasis machen.

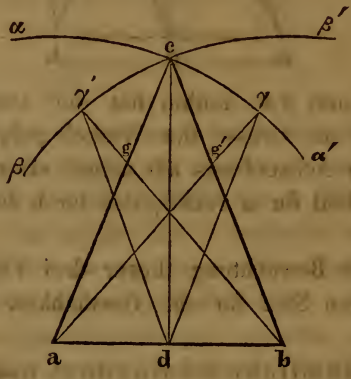
Die Grösse dieses Winkels ist zugleich das Maass

für die scheinbare Entfernung der Doppelbilder unter sich.

Nach den bisher gefundenen Lehrsätzen lässt sich folgendes Problem a priori beantworten:

Wenn zwei vollkommen gleichartige, leuchtende Punkte in die nach einem dritten entfernter oder näher gelegenen Punkte gerichteten Augenachsen gebracht werden, wie viel Punkte erscheinen? Die Auflösung ist diese:

Jeder Punkt hat zwei scheinbare Orte, von denen einer, da der Punkt in der Achse liegt (nach Fall II) mit dem fixirten Objecte zusammen fällt. Hier werden also von 4 Punkten zwei sich decken müssen. Die Summe aller Punkte, welche sich dem Beschauer darstellen, ist also = 3.

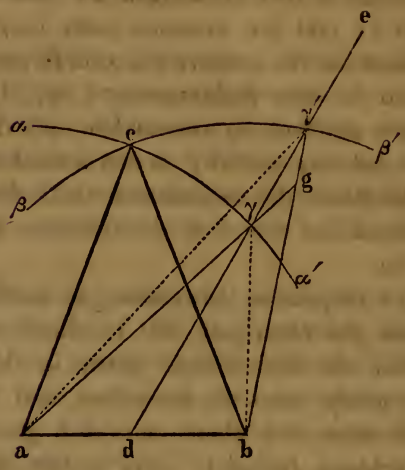


Beweis. Es sei Winkel acb der parallactische Winkel der Achsen, g und g′ in den Achsen befindliche Punkte und vollkommen gleichartig nach Farbe und Beleuchtung, so sieht das Auge a die Punkte g und g′ in den Richtungen ac und aγ; das Auge b

sieht dieselben in den Richtungen b c und b γ'. Die Richtungen a c und b c kommen nach bereits gefundenen Sätzen als die mittlere c d zum Bewusstsein, es bleiben also die drei Richtungen c d, a γ, b γ'. Sind beide Augen geöffnet, so verwandeln sich die beiden Gesichtswinkel c a γ und c b γ' in den scheinbaren γ d γ', welcher das Maass des scheinbaren Abstandes der beiden äussersten der drei sich darstellenden Bilder von g und g' ist.

Um die empirische Anwendung zu machen, wiederhole man das oben (pag. 95) beschriebene Experiment. Wenn die Nadelknöpfe genau in den Achsen stehen, so nehme man die Karte fort, und man wird drei Knöpfe sehen, von denen einer sich genau in der mittlern Richtung befindet, zwei andere in gleicher Entfernung diesem zur Seite. Das linke Bild gehört dem rechten Auge, das rechte dem linken an. Befinden sich die Nadelknöpfe hinter dem fixirten Punkte in den durch ihren Durchschnittspunkt verlängerten Achsen, so kehrt sich die Lage der Doppelbilder gegen die Augen um. (Vergl. pag. 99 b.)

Ist nun der Winkel, welchen die scheinbaren Orte eines Punktes mit dem Mittelpunkte der Achsenbasis machen, ist also in den oben dargestellten Fällen der Winkel γ d γ' wirklich die räumliche Bedingung des Doppelbildes von g, — d. h. irgend eines Punktes ausser dem fixirten Punkte c, — ist derselbe ferner wirklich das Maass des scheinbaren Abstandes der Doppelbilder unter sich: so muss der Punkt g einfach erscheinen, wenn der Winkel γ d γ' = o wird.



Zieht man von d eine gerade Linie d e, welche die beiden Kreisbogen $\alpha\,\alpha'$ und $\beta\,\beta'$ in zwei Punkten γ und γ' schneidet, so erhält man an diesen Durchschnittsstellen zwei mögliche scheinbare Orte für irgend einen Punkt in der Ebene des parallactischen Winkels a c b der Achsen. Man findet den wahren Ort dieses Punktes, wenn man von a durch γ und von b durch γ' gerade Linien zieht und verlängert, bis sich dieselben schneiden. Dass sich dieselben nothwendig schneiden müssen, geht aus der vorausgesetzten Lage der drei Punkte γ, γ' und d leicht hervor. Der Durchschnittspunkt g ist der gesuchte wahre Ort eines Punktes, welcher seine scheinbaren Orte für jedes Auge in γ und γ' hat. Es geht aus der Construction von selbst hervor, dass in diesem Falle der Punkt g als einfaches Bild erscheinen muss. Denn die parallactischen Winkel der scheinbaren Orte, nämlich Win-

kel $a\gamma b$ und $a\gamma' b$ haben ein und dieselbe mittlere Richtung de. In dieser Linie scheint g zu liegen, wenn beide Augen auf c gerichtet sind. Bei gehöriger Aufmerksamkeit wird man bemerken, dass ein Gegenstand nicht doppelt erscheint, wenn er in ähnlicher Lage zu den Augen und dem Durchkreuzungspunkte der Achsen, also dem Einen fixirten Punkte, befindlich ist, wie in der Figur der Punkt g. Er wird hingegen doppelt erscheinen, und in demselben Maasse seine Doppelbilder von einander entfernen, als er von den Augen sich entfernt, oder denselben näher kommt. Hat man durch langsames Hin- und Herbewegen des Gegenstandes, welcher den Punkt g darstellt, indem man ihn bald von den Augen entfernt, bald ihnen näher bringt, seine Lage zu c, d. i. dem fixirten Punkte und den Augen bestimmt, so wird man finden, dass sich der nun einfach gesehene Punkt um ein Geringes von c in seitlicher Richtung zu entfernen scheint, wenn man das Auge bei a oder b schliesst. Der scheinbare Gesichtswinkel cde, welchen beide Augen vereint ergeben, verwandelt sich in den wahren cbg oder cag, wenn nur Ein Auge geöffnet ist.

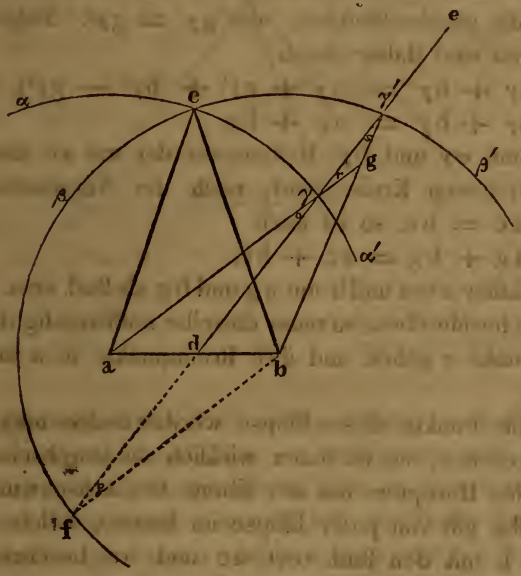
Weil nun unendlich viele Linien von d aus gezogen werden können, welche die Kreisbogen $\alpha\alpha'$ und $\beta\beta'$ schneiden, so ist klar, dass ausser g noch unendlich viele Punkte denkbar sind, welche zwei mit d in einer Geraden liegende scheinbaren Orte haben und daher einfache Bilder erzeugen müssen. Das System aller dieser Punkte, welche bei einer bestimmten Achsenneigung nothwendig einfach gesehen werden, ist der Horopter. Bis auf Joh. Müller hat man sich begnügt, den Horopter als gerade Linie, resp. Ebene, an-

zusehen. Es wird sich später zeigen, dass auch die Kreisgestalt, welche Müller angenommen, nicht die wahre sein kann.

Denkt man sich die Deutlichkeitskreise als Kugelflächen, so leuchtet ein, dass sich alle Punkte im Raume auf dieselben als scheinbare Orte projiciren. Diese Kugelflächen haben nun nicht bloss einen Punkt c, sondern den Theil eines Kreises mit einander gemein, welchem die Ausdehnung des Sehfeldes nach Oben und Unten entspricht. Daher giebt es noch unendlich viele Geraden von d aus gezogen ausserhalb der Ebene des parallactischen Winkels der Achsen, welche verlängert beide Kugelflächen schneiden. Dies geschieht entweder in dem gemeinschaftlichen Durchschnittskreise, dessen Ebene senkrecht auf der Ebene des parallactischen Winkels a c b steht, oder ausserhalb derselben. In beiden Fällen ist die Bedingung des Doppeltsehens, dass nämlich die scheinbaren Orte eines Punktes mit dem Mittelpunkte der Achsenbasis (in unserer Figur der Punkt d) einen Winkel machen, nicht vorhanden. Alle Punkte im Raume, deren scheinbare Orte mit d in einer Geraden liegen, werden daher einfach gesehen; hieraus geht von selbst hervor, dass die Punkte des Horopters nicht nur eine Linie in der Ebene des parallactischen Winkels der Achsen bilden, sondern vielmehr eine nach eigenem Gesetze gekrümmte Fläche darstellen müssen. Wir betrachten zuvörderst die Linie, welche diese gekrümmte Fläche mit der Ebene des Achsenwinkels gemeinschaftlich hat. Man kann nicht zweifeln, dass beide Flächen sich schneiden müssen, da der fixirte Punkt c jedenfalls in beiden liegt. Das Gesetz, welches wir für diese Durchschnittslinie

finden, muss auch für die ganze Fläche des Horopters gelten.

Die Durchschnittslinie, welche die Fläche des Horopters mit der Ebene des parallactischen Winkels der Achsen macht, ist bei gleicher Neigung derselben gegen ihre Basis eine Ellipse.



Ist in beistehender Figur a c b der Achsenwinkel, also c der fixirte Punkt, ist a b in d gehälftet, d e eine Gerade, sind ferner $\alpha\alpha'$ und $\beta\beta'$ Kreisbogen, aus a und b mit gleichen Halbmessern, a c und b c, beschrieben, so liegt der Punkt g, in welchem die Gerade $a\gamma$ verlängert $b\gamma'$ schneidet, in einer Ellipse, deren grosse

Achse = ac + bc ist und deren Brennpunkte in a und b liegen.

Beweis. Man verlängere de bis sie den Kreis $\beta\beta'$ in f schneidet, und ziehe bf: so ist, weil ad = db, bf = aγ und Winkel adγ = bdf, Dreieck adγ ≅ bdf. Also Winkel p = W. o. Nun ist Dreieck fbγ' gleichschenklich, mithin Winkel p = s; und da p = o = r, so ist auch s = r und Dreieck γgγ' ebenfalls gleichschenklich, also gγ = gγ'. Folgende Summen sind daher gleich:

$$a\gamma + b\gamma' = (\alpha\gamma + g\gamma) + (b\gamma' - g\gamma'),$$
$$a\gamma + b\gamma' = ag + bg.$$

Weil nun $\alpha\gamma$ und bγ' Halbmesser der mit ac und bc beschriebenen Kreise sind, nach der Voraussetzung aber ac = bc, so ist auch

$$ag + bg = ac + bc.$$

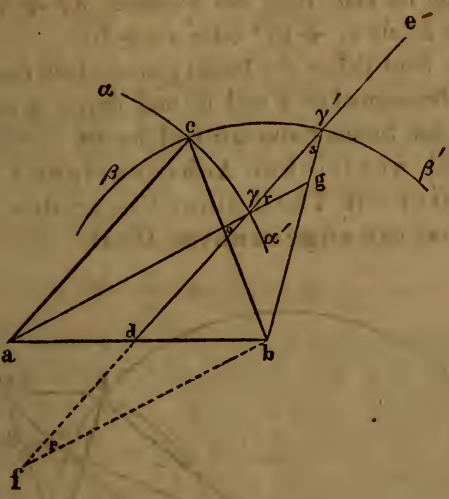
Wird daher aus a und b mit ag und bg als Rad. vect. eine Ellipse beschrieben, so muss dieselbe nothwendig durch den Punkt c gehen und ihre Brennpunkte in a und b haben.

Alle Punkte dieser Ellipse werden nothwendig einfach gesehen, sie ist daher wirklich die Durchschnittslinie des Horopters mit der Ebene des Achsenwinkels. Dasselbe gilt von jeder Ellipse im Raume, welche aus a und b mit den Rad. vect. ac und bc beschrieben wird.

Die Fläche des Horopters hat also die Gestalt eines Sphäroids, welches durch die Umdrehung jener Ellipse um ihre grosse Achse entsteht.

Bei ungleicher Neigung der Augenachsen gegen ihre Basis weicht der Horopter

von der Ellipse ab, deren Brennpunkte a und b, und deren grosse Achse = ac + cb.



Es sei ac > bc, so ist Winkel cab < cba. ab werde in d gehälftet. — Stellen ac und bc die Richtungen der Augenachsen dar, so ist c der fixirte Punkt. Die Bogen $\alpha\alpha'$ und $\beta\beta'$ sind Theile der Deutlichkeitskreise aus a und b mit ac und bc beschrieben. Die Punkte γ und γ' sind die scheinbaren Orte eines Punktes g und liegen in der Geraden de. Der Punkt g wird also, wenn c der fixirte ist, einfach gesehen und liegt im Horopter. Es ist zu beweisen, dass g nicht in einer Ellipse liegt, welche mit den Rad. vect. ac und bc aus a und b beschrieben worden.

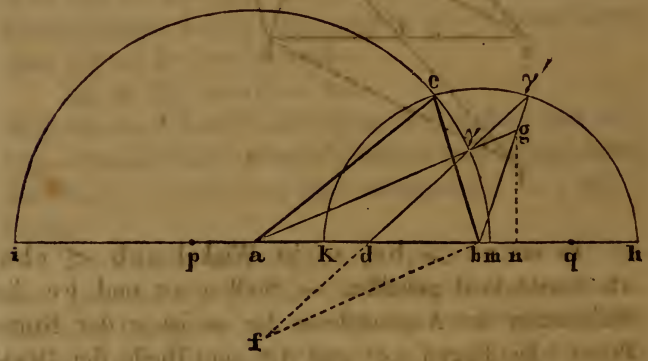
Beweis. Man verlängere de nach f und mache $df = d\gamma$, so ist das Dreieck $ad\gamma \cong bdf$, mithin

Winkel $p = o = r$. Da nun vermöge der Construction $ac > bc$, also auch $bf < b\gamma'$, so ist Winkel $s > p$ und $s > r$, daher $g\gamma > g\gamma'$.

Nun ist klar, dass die Summe: $a\gamma + \gamma g + gb$ grösser ist als $a\gamma + b\gamma'$ oder $ac + bc$.

Es liegt daher der Punkt g ausserhalb einer Ellipse, deren Brennpunkte a und b, und deren grosse Achse gleich der Summe von ac und bc ist.

Bei ungleicher Achsenneigung ist der Horopter ein Theil einer Curve des vierten Grades, ein sogenanntes Oval.



Ist $ad = db$, $d\gamma = df$, also Dreieck $ad\gamma \cong bdf$, und daher Dreieck $bf\gamma' \sim g\gamma\gamma'$, so hat man:

$$bf : g\gamma = b\gamma' : g\gamma',$$

oder, da $bf = a\gamma$, so ist auch

$$a\gamma : g\gamma = b\gamma' : g\gamma'.$$

Setzt man die Radien $\alpha\gamma = a$, $b\gamma' = b$

die Leitstrahlen $ag = \alpha$, $bg = \beta$

die Differenzen der Radien und respectiven Leitstrahlen

$$g\gamma = a',\ g\gamma' = b'$$

so hat man: $a : a' = b : b'$, also $\frac{a'}{a} = \frac{b'}{b}$, daher

$$1)\quad \frac{a'}{a} - \frac{b'}{b} = o,$$

$$2)\quad \frac{a}{a} + \frac{b}{b} = 2;$$

werden diese beiden Gleichungen addirt, so ergiebt sich

$$\frac{a + a'}{a} + \frac{b - b'}{b} = 2;$$

weil nun $a + a' = \alpha$ und $b - b' = \beta$, so ist:

$$3)\quad \frac{\alpha}{a} + \frac{\beta}{b} = 2;$$

d. h. jeder Punkt g im Horopter ist so beschaffen, dass, wenn man seine Abstände von den Durchkreuzungspunkten der Hauptstrahlen im Auge durch die respect. Radien der Deutlichkeitskreise dividirt, die Summe der Quotienten constant, nämlich $= 2$ ist.

Oder aus 3. folgt auch:

$$4)\quad b\alpha + a\beta = 2ab;$$

d. h wenn man die Leitstrahlen α und β mit den verwechselten Radien b und a multiplicirt, so ist die Summe der Producte constant, nämlich gleich dem doppelten Producte der Radien.

Um die Curve, in welcher der Ort des Punktes g liegt, also den Horopter in diesem Falle zu bestimmen, nehme man d zum Anfangspunkt der Ordinaten, setze die Linie $ab = 2c$, die Ordinate $gn = y$, die Abscisse $dn = x$, so folgt ihre Gleichung unmittelbar aus 4; nämlich, da

$$\alpha = \sqrt{y^2 + (x + c)^2},$$
$$\beta = \sqrt{y^2 + (x - c)^2},$$

so ist, wenn man diese Werthe für α und β in die Gleichung 4, substituirt:

$$b\sqrt{y^2 + (x + c)^2} + a\sqrt{y^2 + (x - c)^2} = 2ab,$$

welches eine Gleichung des vierten Grades ist.

Für die Punkte p und q, in welchen die Achse ab von der Curve geschnitten wird, ergeben sich folgende Formeln:

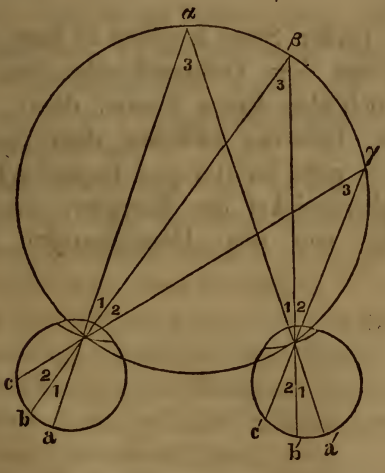
$$d\,p = \frac{2ab - c\,(a-b)}{a + b},$$
$$d\,q = \frac{2ab + c\,(a-b)}{a + b}.$$

Geometrisch lassen sich dp und dq leicht bestimmen, wenn man die Stücke ki und mh nach dem Verhältniss $a\gamma : b\gamma'$ (d. i. a : b) theilt.

Schliesslich bleibt noch übrig, die hier gefundene Theorie des Horopters mit der von J. Müller aufgestellten Hypothese zu vergleichen. „Das Einfachsehen, sagt Müller*), mit beiden Augen findet nur an bestimmten Stellen der Netzhäute statt, andere Stellen der Netzhaut beider Augen sehen, wenn sie zugleich afficirt werden, immer doppelt.“ Er nennt die Stellen, welche „die Eigenschaft haben, zugleich afficirt, ihr Bild an demselben Orte des Sehfeldes zu sehen“, identische Stellen. Aus den scheinbaren Orten der Druckbilder und der gedrückten Stelle des Augapfels wird gefunden, dass gleichnamige Orte des Druckes auch gleichen Ort des Bildes bedingen. Iden-

*) Physiol. II, pag. 376.

tisch sind daher die Stellen der Netzhäute, welche auf derselben Seite ihres Poles gleichnamige Lage zu demselben haben, oder mathematisch ausgedrückt, in gleicher Länge und Breite der Nervenhautsphäre liegen. Alle Punkte *), deren Strahlen nun bei bestimmter Achsenneigung solche identische Stellen treffen sollen, müssen nothwendig in einem Kreise liegen, der durch den fixirten Punkt und die beiden optischen Mittelpunkte, d. h. die Durchkreuzungspunkte der Hauptstrahlen in jedem Auge, gelegt ist. Denn die Hauptstrahlen solcher Punkte bilden je zwei und zwei immer gleiche parallactische Winkel, deren Schenkel durch die optischen Mittelpunkte gehen. Sie sind Peripheriewinkel, die auf gleichen Bogen stehen. In beistehender Figur sind die mit denselben Zahlen bezeich-



*) Hier ist blos von der Ebene des Achsenwinkels die Rede

neten Winkel unter sich gleich, die Punkte α, β, γ liegen daher in der Peripherie eines Kreises. Man sieht leicht ein, dass die Strahlen βb und βb′, γc und γc′ auf den entsprechenden Netzhäuten gleiche Abstände von a und a′, also identische Stellen treffen müssen. Identisch sind: a und a′, b und b′, c und c′.

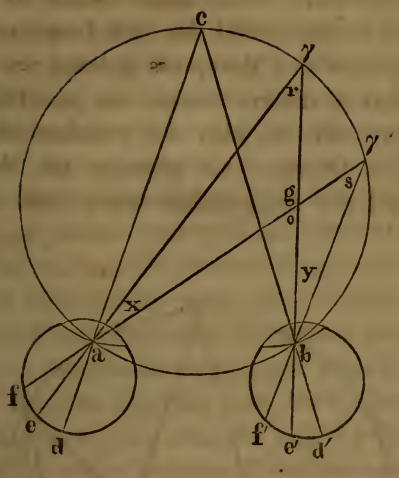
Wir prüfen die physiologische Wahrheit der Anwendung dieses an sich unzweifelhaft richtigen mathematischen Satzes in seinen nothwendigen Folgerungen:

1) Alle Punkte, welche nicht im Horopter liegen, erzeugen darum Doppelbilder, weil ihre Strahlen nichtidentische Stellen der Netzhäute treffen.

2) Der scheinbare Abstand jener Doppelbilder ist um so grösser, je mehr die gereizten Stellen der Netzhäute von der Gleichnamigkeit (Identität) ihrer Lage abweichen.

Diese beiden Sätze leuchten in ihrer nothwendigen Folge aus dem Vorhergehenden von selbst ein. Nun lässt sich aber ferner darthun, dass:

3) die Differenz zwischen dem parallactischen Winkel eines nicht im Horopter liegenden Punktes und dem Peripheriewinkel des Horopters das Maass der Abweichung von den Identitätsstellen der Netzhäute ist.



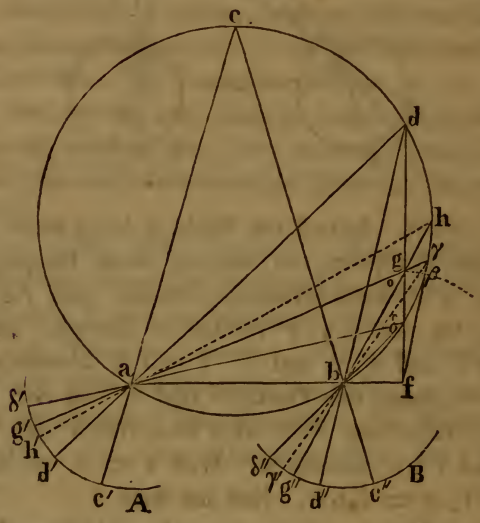
Beweis. Irgend ein Punkt g liege nicht in der Linie des Horopters, so werden seine Hauptstrahlen g f und g e′ nicht-identische Stellen der Netzhäute treffen. Da nun c, γ, γ' Punkte im Horopter sind, so müssen d und d′, e und e′, f und f′ identisch sein. Die Abweichung der Punkte f und e′ von der Identität ihrer Lage zum Pole wird also durch die Winkel f a e und f′ b e′ gemessen. Weil x = y, so ist auch Winkel f a e = f′ b e′. Nun hat man

(o — r) = (o — s) = x = y = f a e = f′ b e′,

d. h. die Differenz zwischen dem Winkel o und dem Peripheriewinkel des Horopters ist das Maass der Winkelabweichung der betreffenden Punkte auf der Retina von ihrer identischen Lage.

4) Bewegt sich ein leuchtender Punkt in einer Sehne des Horopters, so muss die Differenz seines parallactischen Winkels mit einem Winkel des Horop-

ters an irgend einer Stelle dieser Sehne ihr Maximum erreichen, weil sie, sobald der sich bewegende Punkt in die Peripherie des Horopters gelangt = o ist. Es muss zugleich in diesem Punkte, wo jene Differenz ihr Maximum erreicht, wo also der parallactische Winkel des bewegten Objectes am grössten ist, der scheinbare Abstand der Doppelbilder unter sich am grössten sein.



Beweis. a und b seien die Durchkreuzungspunkte, die Linie a c und b c seien die verlängerten Achsen, c also der fixirte Punkt. A und B seien Theile der Retina, c′ und c″ deren Pole. Auf die verlängerte Gerade a b fälle man eine Senkrechte d f, welche den Kreis a c d b in zwei Punkten schneidet. (Das Per-

pendikel ist gewählt, weil es die Richtung von und zu den Augen bezeichnet; zum Beweise des Satzes würde jede andere Sehne dienen, deren eines Ende den Augen beträchtlich näher läge, als das andere.) Wird der Punkt d in gerader Linie nach δ fortbewegt, so muss sich ein Winkel o, welchen er mit a und b macht, in jedem Augenblicke ändern. Weil aber Winkel a d b $=$ a δ b, so wird o innerhalb des Intervalles d δ wachsen und abnehmen, bis er dem Werthe von a d b wieder gleich kommt. Er muss also in einem Punkte der Geraden d δ sein Maximum erreichen. Es ist klar, dass dies nur in dem Berührungspunkte eines Kreises durch a und b mit der Geraden d δ, als Tangente, geschehen kann; denn jeder andere Punkt der Tangente muss mit a und b einen kleinern Winkel machen als der Peripheriewinkel, dessen Schenkel durch dieselben Punkte gehen.

Nach einem bekannten Satze ist eine Tangente die mittlere geometrische Proportionallinie zwischen einer Secante, welche sie schneidet, und dem ausserhalb des Kreises liegenden Stücke derselben.

Nun sei f β Tangente an den Kreis a c d b, so ist:

$$af : f\beta = f\beta : bf.$$

Macht man f β $=$ f g und substituirt das eine für das andere, so hat man

$$af : fg = fg : bf.$$

Es ist also f g die Tangente eines Kreises durch a, b und g. Der Punkt g ist der Berührungspunkt, wo der Winkel o sein Maximum erreicht. Derselbe muss nothwendig in dem Intervall d δ liegen, weil f g $>$ f δ und f g $<$ f d ist.

Bewegt man also den Punkt g noch weiter nach

δ, so wird Winkel o kleiner. Die Differenz zwischen Winkel o und dem Peripheriewinkel des Horopters nimmt daher ab. Es muss also auch die Abweichung der gereizten Stellen der Netzhäute von ihren Identitätspunkten sich vermindern.

Die Stellen δ' und δ'', g' und γ', h' und g'', d' und d'', c' und c'' sind identisch, entsprechend den Punkten des Horopters: δ, γ, h, d, c; Strahlen, welche aus dem Punkte g auf die Netzhäute gelangen, treffen die nicht-identischen Punkte g' und g''; das Maass der Abweichung von der Identität ist demnach Winkel $h' a g' = g'' b \gamma'$. Weil nun der Winkel o in g sein Maximum erreicht hat, so muss auch g' a h' und g'' b γ' das Maximum der Abweichung von der Identität sein, welches ein leuchtender Punkt, der sich von d nach δ bewegt, erzeugen kann. Die Doppelbilder eines solchen Punktes müssen also den grösstmöglichen Abstand zeigen, wenn derselbe in g befindlich, sie müssen sich nähern, wenn der Punkt g noch weiter nach δ gerückt wird.

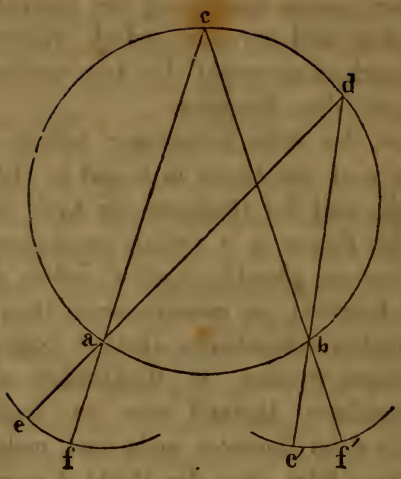
Durch folgendes Experiment kann man sich jedoch leicht überzeugen, dass diesem Satze, welcher aus der Kreisgestalt des Horopters nothwendig hervorgeht, durch die sinnliche Wahrnehmung widersprochen wird.

Zu dem Ende fixire man mit den Augen einen nicht zu weit entlegenen Gegenstand, etwa die Spitze eines Zeigefingers, und bewege den andern seitlich vom erstern, lothrecht auf die verlängerte Linie, welche die optischen Mittelpunkte der Augen verbindet, hin und her. Wird die Bewegung weit genug ausgeführt, so müssen sich die Doppelbilder des zweiten Fingers bald einander nähern, bald weiter auseinander gehen.

In einer bestimmten Entfernung des bewegten Fingers vom Gesichte wird derselbe einfach erscheinen. Dies ist der Durchschnittspunkt der beschriebenen Bewegungslinie mit dem Horopter.

Gesetzt, der linke Zeigefinger befinde sich in c, der rechte in d, die Augen in a und b. Ist nun c der fixirte Punkt, und der Horopter ein Kreis durch a b c, so muss der Finger in d einfach erscheinen. Bewegt man den letztern allmählig nach δ, indem man in der Sehne d δ fortrückt, so müssten seine Doppelbilder in g den grössten scheinbaren Abstand zeigen, wie so eben bewiesen worden. In Wirklichkeit nimmt aber dieser scheinbare Abstand stets zu, wenn auch g dem Punkte δ im Horopter mehr und mehr genähert wird. Hieraus folgt, dass der Punkt δ unmöglich ein einfaches Bild erzeugen kann. Es liegt derselbe also nicht im Horopter.

Weicht aber die Gestalt des Horopters von der Kreislinie ab, so können die Winkel, deren Schenkel durch a und b gehen (d. h. durch die optischen Mittelpunkte der Augen) und deren Scheitel im Horopter liegen, unmöglich unter einander gleich sein. Von den Winkeln, welche die Hauptstrahlen der Punkte des Horopters im Auge machen, gilt dasselbe.



Ist nämlich Winkel a c b = a d b, liegen also a, b, c, d in der Peripherie desselben Kreises, so ist auch Winkel c a d = c b d. Hebt sich nun die Gleichheit für die Winkel a c b und a d b auf, — und dies geschieht, wenn dem Horopter irgend eine andere, als die Kreisgestalt zukommt — so werden die Winkel c a d und c b d, mithin auch ihre Vertikalwinkel e a f und e′ b f′ verschiedene Werthe haben müssen.

Die Stellen der Netzhäute, welche von Hauptstrahlen aus Punkten des Horopters getroffen werden, und demnach einfache Bilder erzeugen, können also bei der elliptischen Gestalt des Horopters unmöglich der Lage nach identisch sein.

Gedruckt bei C. Feister.

Dr. B. Joy Jeffries.
25 6 97

Die

Raumvorstellung

aus dem Gesichtssinne.

Ein Beitrag

zur

Theorie des Sinnenlebens,

von

Dr. Richard Hasenclever,
pract. Arzte zu Berlin.

Berlin.
Bei Ferdinand Dümmler.
1842.

Rare Books
28.C.94.
Die Raumvorstellung aus dem Ges1842
Countway Library BEW5532
3 2044 046 091 286

Rare Books
28.C.94.
Die Raumvorstellung aus dem Ges1842
Countway Library
BEW5532
3 2044 046 091 286